



PROJETAÊ

PR-022-001-PL-HID-MD-005-02

Estudo de alternativas para o SAA Uberaba

Uberaba / MG

CODAU

Concepção e plano de investimentos

Revisão 02

Novembro/2022

Sumário

1	APRESENTAÇÃO.....	6
2	DEFINIÇÕES.....	6
3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	7
3.1	ESTUDOS REALIZADOS.....	7
3.2	DESCRIPTIVO GERAL DA SOLUÇÃO DO SAA.....	8
3.3	PLANO DE INVESTIMENTO.....	9
4	ESTUDOS REALIZADOS	9
4.1	CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO.....	9
4.1.1	LOCALIZAÇÃO	9
4.1.2	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	10
4.1.3	CLIMA E METEOROLOGIA.....	12
4.1.4	VEGETAÇÃO E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	13
4.1.5	USO E OCUPAÇÃO DE SOLO	15
4.2	ESTUDO POPULACIONAL	18
4.2.1	DADOS CENSITÁRIOS	18
4.2.2	PROJEÇÃO POPULACIONAL	19
4.3	ESTUDOS DE DEMANDA	22
4.4	RECURSOS HÍDRICOS.....	23
4.4.1	ESTUDO HIDROLÓGICO	23
4.4.2	CAPTAÇÕES	28
4.5	DADOS DO SAA.....	32
4.5.1	LIGAÇÕES E ECONOMIAS	32
4.5.2	PERDAS	36

4.5.3	QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA E TRATADA	37
4.6	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	37
4.6.1	VAZÃO DAS ETAS	39
4.6.2	CANAL DE RECEPÇÃO E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA.....	40
4.6.3	ETA 1	41
4.6.4	ETA 2	47
4.6.5	ETA 3	52
4.6.6	EEAT	57
4.6.7	NOVA EEAT	58
4.6.8	SISTEMA DE TRATAMENTO DE LODO.....	59
4.7	DISTRIBUIÇÃO.....	61
4.8	BALANÇO HÍDRICO	63
4.9	ESTUDO DE MANANCIAIS E TRATABILIDADE	66
4.9.1	CONSIDERAÇÕES.....	68
4.10	ESTUDO DE ALTERNATIVAS.....	69
5	SIMULAÇÃO HIDRÁULICA	70
5.1	MODELAGEM ESTÁTICA - SETORIZAÇÃO	70
5.1.1	CR 02	71
5.1.2	CR 03	73
5.1.3	CR 04	75
5.1.4	CR 05	77
5.1.5	CR06	78
5.1.6	CR 08	81
5.1.7	CR 09	82
5.1.8	CR 10	84

5.1.9	CR 11	86
5.1.10	CR 12	88
5.1.11	CR 13	90
5.1.12	CR 14	92
5.1.13	CR 15	94
5.1.14	CR 16	96
5.2	MODELAGEM DINÂMICA – EPANET	98
5.2.1	CONSIDERAÇÕES.....	98
5.2.2	RESULTADOS	99
6	PRÉ DIMENSIONAMENTO	102
6.1	CAPTAÇÃO RIO GRANDE.....	102
6.1.1	CANAL DE CAPTAÇÃO	103
6.1.2	GRADEAMENTO – GRADE GROSSA.....	104
6.1.3	GRADEAMENTO – GRADE FINA.....	104
6.1.4	CAIXA DE AREIA.....	105
6.2	ELEVATÓRIAS DE ÁGUA BRUTA.....	105
6.2.1	BAIXO RECALQUE RIO GRANDE	110
6.2.2	ALTO RECALQUE RIO GRANDE	117
6.3	ETA RIO GRANDE.....	123
6.3.1	MISTURA RÁPIDA	125
6.3.2	FLOCULADORES	126
6.3.3	DECANTADORES.....	127
6.3.4	FILTROS	130
6.3.5	TANQUE DE CONTATO	133
6.3.6	COAGULAÇÃO (PAC)	134

6.3.7	CLORAÇÃO (HIPOCLORITO DE SÓDIO)	135
6.3.8	FLUORETAÇÃO (ÁCIDO FLUOSSILÍCICO)	136
6.3.9	ALCALINIZANTE (GEOCÁLCIO).....	138
6.4	STR ETA RIO GRANDE	139
6.4.1	CONDIÇÕES DE PROJETO	139
6.4.2	BALANÇO DE MASSA.....	140
6.4.3	DESCARGA DOS DECANTADORES	141
6.4.4	LAVAGEM DOS FILTROS.....	141
6.4.5	TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS (TRV-ALF)	142
6.4.6	CLARIFICADOR DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS	142
6.4.7	TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO DE DESCARTE DOS DECANTADORES (TRV-LD)	145
6.4.8	ADENSADOR DE LODO DOS DECANTADORES	146
6.4.9	TANQUE DE LODO ADENSADO.....	147
6.4.10	DESAGUAMENTO DE LODO – PRENSA PARAFUSO	147
6.4.11	ELEVATÓRIA DE ÁGUA RECUPERADA	148
6.4.12	POLÍMERO SINTÉTICO	148
6.5	RESERVATÓRIOS	151
6.5.1	RESERVATÓRIO ETA	153
6.6	ADUTORAS	154
7	PLANO DE INVESTIMENTO	155
7.1	ATIVIDADES	155
7.2	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	162
7.3	ORÇAMENTO ESTIMATIVO	167
7.4	CUSTOS OPERACIONAIS	169

7.5	ETAPAS DE INVESTIMENTO	173
7.6	RETORNO FINANCEIRO DO INVESTIMENTO.....	174
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	175
9	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	176

1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da **PROJETAE LTDA** pela **CODAU**, consiste no **estudo de alternativas para o SAA de Uberaba**.

O trabalho foi dividido em 6 relatórios, conforme orientação da CODAU, da seguinte forma:

- Relatório preliminar de planejamento executivo;
- Relatório 1 – Análise de dados do município e estudo demográfico;
- Relatório 2 – Análise de dados e diagnóstico do SAA;
- Relatório 3 – Estudo de mananciais e de tratabilidade;
- Relatório 4 – Estudo de alternativas para o SAA; e
- **Relatório 5 – Concepção e planos de investimentos do SAA.**

Este documento tem por finalidade apresentar a solução escolhida para o SAA de Uberaba, contemplando os estudos existentes, concepção das unidades e o plano de investimentos.

2 DEFINIÇÕES

As descrições e definições das siglas utilizadas são apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Lista de siglas e definições

ANA	Agência Nacional de Águas
CAP	Carvão Ativado Pulverizado
CODAU	Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas
CRL	Cloro residual livre
EEA	Estação Elevatório de Água
ETA	Estação de Tratamento de Água
PAC	Policloreto de Alumínio
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
STR	Sistema de Tratamento de Resíduos

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O município de Uberaba apresenta atualmente problemas no Sistema de Abastecimento de Água relativos à disponibilidade hídrica, elevado índice de perdas de água, limitações em reservação e distribuição de água tratada. O presente trabalho visa a identificação e caracterização dos problemas no SAA e a proposição de melhorias para buscar a adequação do sistema.

A estrutura de trabalho proposta pela CODAU consiste na caracterização do município; análise de dados operacionais e diagnóstico das unidades do SAA; estudo dos mananciais e realização e estudo de tratabilidade; estudo de alternativas para o SAA; e a concepção e plano de investimentos.

Este relatório apresenta a alternativa definida pelos estudos anteriores para a adequação do SAA ao longo do período de 30 anos.

3.1 ESTUDOS REALIZADOS

Para desenvolvimento da solução de adequação do SAA foi realizada a caracterização do município, analisados dados operacionais e diagnosticado o SAA, foi estudada novas fontes de abastecimento de água, bem como a tratabilidade dessas, por fim foi realizado o estudo de alternativas, comparando diferentes soluções para a adequação do SAA nos próximos 30 anos.

Nos itens a seguir são apresentados os principais pontos de cada estudo para justificar a alternativa selecionada.

3.2 DESCRITIVO GERAL DA SOLUÇÃO DO SAA

A solução definida para o SAA abrange todo o sistema de abastecimento, desde a captação até a distribuição.

Em geral, definiu-se o rio Grande como a nova fonte de abastecimento para suprir a demanda crescente da cidade de Uberaba. A adução da água bruta do rio Grande foi concebida em duas etapas para encaminhar a água do rio Grande até a nova ETA.

A localização da nova ETA foi definida na zona sul da cidade, considerando a melhor distribuição de água tratada e diminuindo a demanda das redes existentes. A nova ETA foi concebida com a vazão de 600 L/s, com capacidade de ampliação para 900 L/s, contemplando tanto as unidades de tratamento de água quanto o tratamento de resíduos. A partir da nova ETA foi concebido também a elevatória de água tratada para alimentação dos reservatórios da zona sul da cidade.

O sistema de captação de água bruta existente no rio Uberaba precisará ser adequado para garantir a remoção efetiva de sólidos e encaminhamento da vazão para a ETA Existente. A ETA existente também precisará de reformas para adequação para garantir a produção de água potável com vazão de 1200 L/s. O sistema de tratamento de resíduos da ETA Uberaba será reformado para atendimento da geração de lodo na condição de chuvas intensas na vazão nominal da ETA.

Os poços existentes terão que passar por manutenção preventiva periódica e adequar os sistemas de tratamento com cloro e flúor. Foi definido que poço do CR11 foi desativado e não será recuperado.

A nova elevatória da ETA Uberaba será readequada para conseguir abastecer os reservatórios com controle de vazão.

Os reservatórios existentes devem passar por manutenções periódicas e o arranjo de abastecimento será alterado conforme os setores forem estabelecidos. O recalque de vazão de água tratada para os reservatórios elevados será restrito a vazão consumida no setor específico de abastecimento. Abastecimentos em marcha serão removidos das adutoras de alimentação dos reservatórios.

As demandas de abastecimento foram traçadas considerando redução expressivas do índice de perdas que estão associadas principalmente a setorização e a hidrometração das economias. Dessa forma previu-se a substituição de todos os hidrômetros fora da validade do equipamento.

3.3 PLANO DE INVESTIMENTO

O plano de investimento elaborado considerou valores estimados para cada atividade, visto que não se possuem cadastros técnicos completos das unidades do SAA e projetos já elaborados para todas as intervenções. Desta forma o plano de investimentos tem como principal objetivo apresentar uma ordem de prioridades e cronograma para a elaboração das adequações.

4 ESTUDOS REALIZADOS

Os estudos realizados para a elaboração da solução do SAA estão apresentados de forma resumida no Item 4 devido ao grande volume de informações. Recomenda-se que, para a compreensão total de todos os estudos sejam consultados os relatórios anteriores, conforme recomendação em cada subitem.

4.1 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO

O levantamento completo das características do município foi apresentado no Relatório 01 (PR-022-001-PL-HID-MD-001).

4.1.1 LOCALIZAÇÃO

Uberaba é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, localizado na microrregião do Triângulo Mineiro (Figura 4.1), na latitude Sul 19° 45' 27" e longitude Oeste 47° 55' 36". A área total do município é de 4.540,51 km², sendo que 256,00 km² são ocupados pelo perímetro urbano e 4.284,51 km² são rurais.

Os limites do município são: ao Norte com Uberlândia e Indianópolis, Leste com Nova Ponte e Sacramento, Oeste com Conceição das Alagoas e Veríssimo e, por fim, ao Sul com Conquista, Água Comprida, Delta e Estado de São Paulo. A altitude máxima encontrada no município é de 1.031 m, na Serra de Ponte Alta, a mínima é de 522 m e a média 765 m.

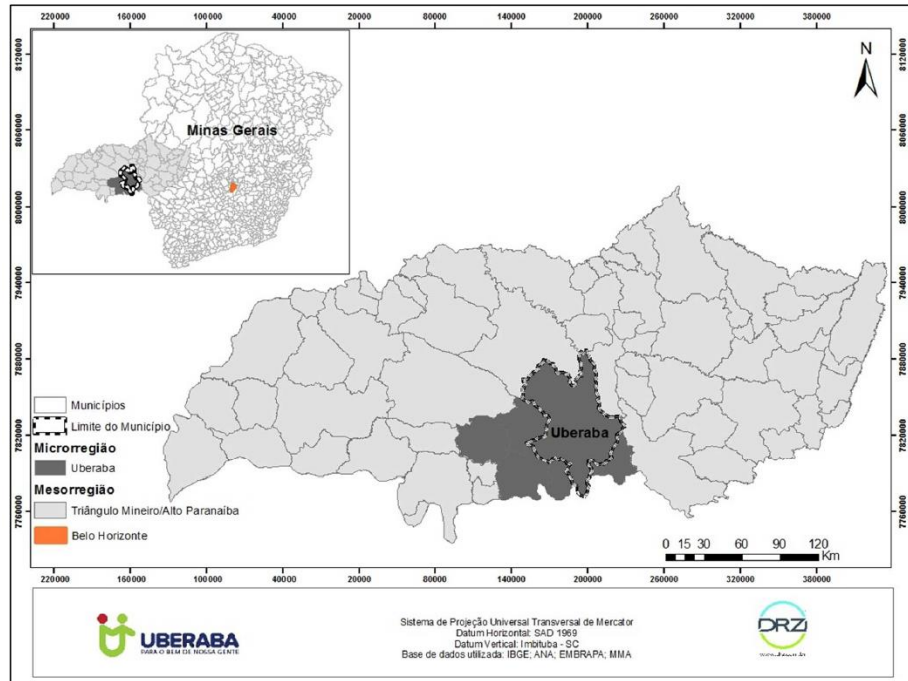


Figura 4.1: Uberaba e seus municípios limítrofes - 1

4.1.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O município de Uberaba faz parte da unidade de relevo dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, inserido na subunidade Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (MOREIRA *et al.*, 2013).

A topografia é caracterizada por superfícies planas ou levemente onduladas, formada por rochas ígneas e sedimentares do período Cretáceo (145,5 a 65,5 m.a.). Apresenta relevo medianamente dissecado e topos nivelados entre 750 m e 900 m (MOREIRA *et al.*, 2013), com formas convexas e vertentes entre 3° e 15° de declividade, onde o alto curso do Rio Uberaba faz parte das áreas de “Planaltos e chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná”, no domínio geomorfológico “Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná” (BRASIL, 1983).

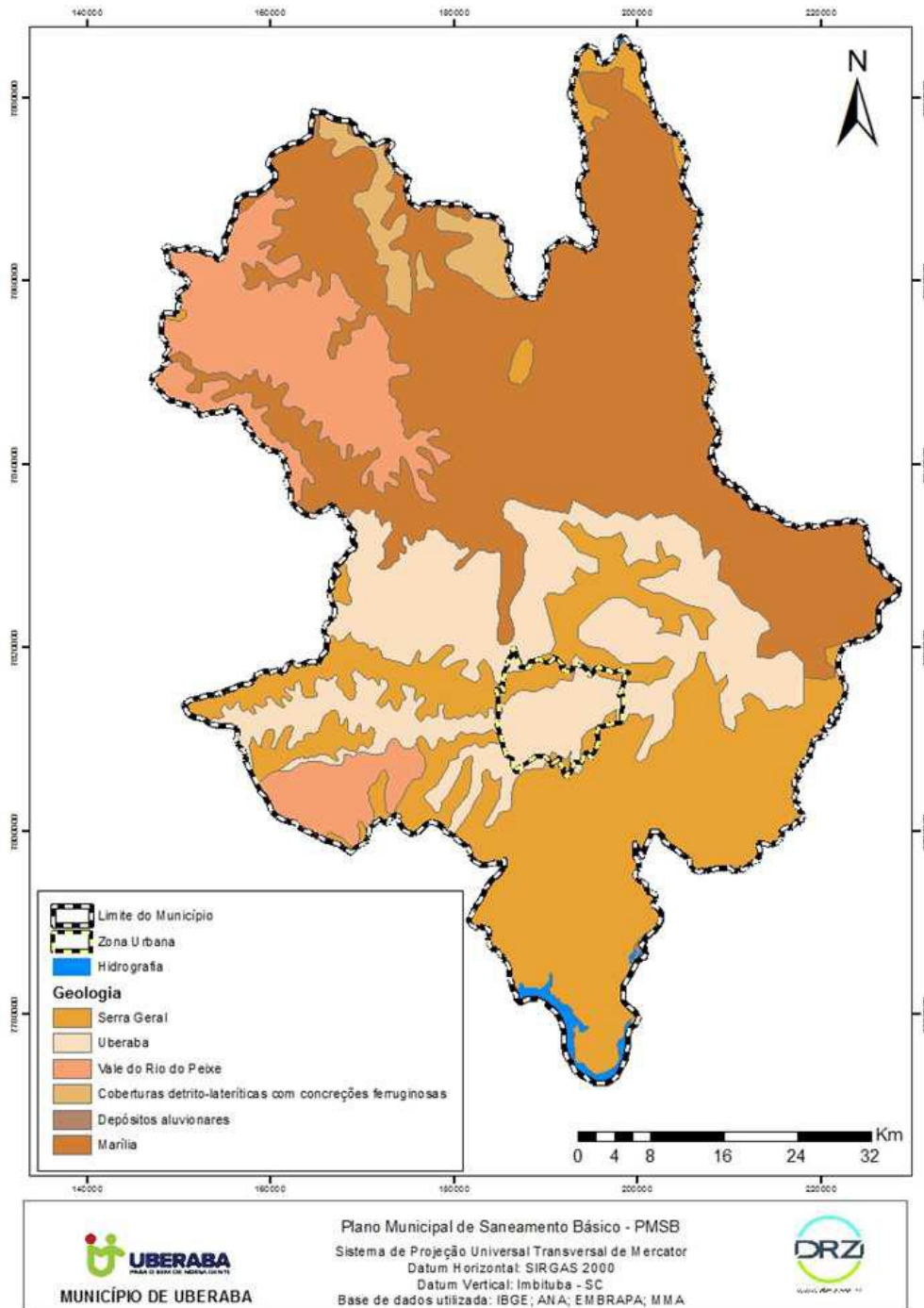


Figura 4.2: Mapa Geológico de Uberaba

4.1.3 CLIMA E METEOROLOGIA

De acordo com os dados da Secretaria de Agronegócio da Prefeitura de Uberaba, a temperatura média anual é de 23,5°C, com média máxima de 31,5°C e mínima de 15,4°C.

A precipitação média entre 2010 e 2018 é de 1617,45 mm. sendo a média de 2018 de 1750,2mm. Os meses de novembro, dezembro e janeiro o maior número de dias chuvosos, com precipitação de até 345,5, 148 e 416 mm/mês.

A Tabela 4.1 apresenta os dados climáticos referentes ao ano de 2018, enquanto a Tabela 4.2 demonstra a precipitação pluviométrica dos anos de 2010 a 2018 no município de Uberaba.

Tabela 4.1: Dados climáticos gerais do ano de 2018 para o município de Uberaba

Dados Climáticos - 2018	Quantidade
Temperatura Média Anual (°C)	23,5
Temperatura Média - das máximas (°C)	31,5
Temperatura Média - das máximas dos meses mais quentes (janeiro/fevereiro/março/abril setembro/outubro/novembro /dezembro) (°C)	31,8
Temperatura Média - das mínimas (°C)	15,4
Temperatura Média - das mínimas dos meses mais frios (maio/junho/julho) (°C)	11,5
Temperatura Mínima Absoluta (ocorrida no dia 24/05/18) (°C)	7,0
Precipitação Pluviométrica (Total) (mm)	1.750,2
Precipitação Pluviométrica – meses mais secos (abril/maio/julho) (mm)	0,0
Precipitação Pluviométrica - mês mais chuvoso (março) (mm)	416
Número de Dias de Chuva (dias)	66
Quantidade Máxima de Água/Dia (ocorrida no dia 02/01/18) (dias)	98

Fonte: SAGRI (2018)

Tabela 4.2: Precipitação pluviométrica mensal (mm) em Uberaba.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2010	407	228	222	95	16	8	1	0	84	102	318	154	1635
2011	255	165	649	0	0	15	0	12	5	164	179	241	1684
2012	381	156	148	76	66	122	7	0	30	48	233	182	1449
2013	293	154	230	168	98	37	15	0	69	140	190	225	1619
2014	145	123	115	54	0	0	25	0	0	111	249	299	1121
2015	120	412	423	105	74	36	5	0	94	48	203	202	1725
2016	321	148	248	6	5	105	0	33	20	236	496	289	1907
2017	360	91	105	63	158	16	0	0	0	175	527	173	1668
2018	416	258	63	93	25	0	0	34	170	195	346	148	1750

Fonte: SAGRI (2018)

4.1.4 VEGETAÇÃO E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

A distribuição da vegetação no município de Uberaba (Figura 4.3) pode ser caracterizada como predomínio do bioma Cerrado, sendo que ao Sul do município encontra-se uma área de tensão ecológica entre Cerrado e floresta estacional. Conforme a Embrapa (2008), o Cerrado é um dos maiores e mais abrangentes biomas brasileiros, distribuindo-se ao longo dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, São Paulo, Paraná, Maranhão e Tocantins.

No Estado de Minas Gerais, a área de Cerrado, segundo o IEF (1996), é de 3.111.987,38 ha, distribuídos nas áreas das regiões Alto e Médio Jequitinhonha, Alto e Médio São Francisco, Campo das Vertentes, Zona Metalúrgica, Triângulo e Alto Paranaíba, ocupando relevo plano a suavemente ondulado (BRANDÃO, 2000). Este bioma, segundo Carvalho (2001), pode ser definido como uma vegetação diversificada devido principalmente aos tipos de solos associados e às irregularidades dos regimes das estações climáticas. A vegetação é constituída por árvores tortuosas, com cascas espessas, corticosas e o substrato herbáceo-graminoso com densidade variável de acordo com a cobertura vegetal.

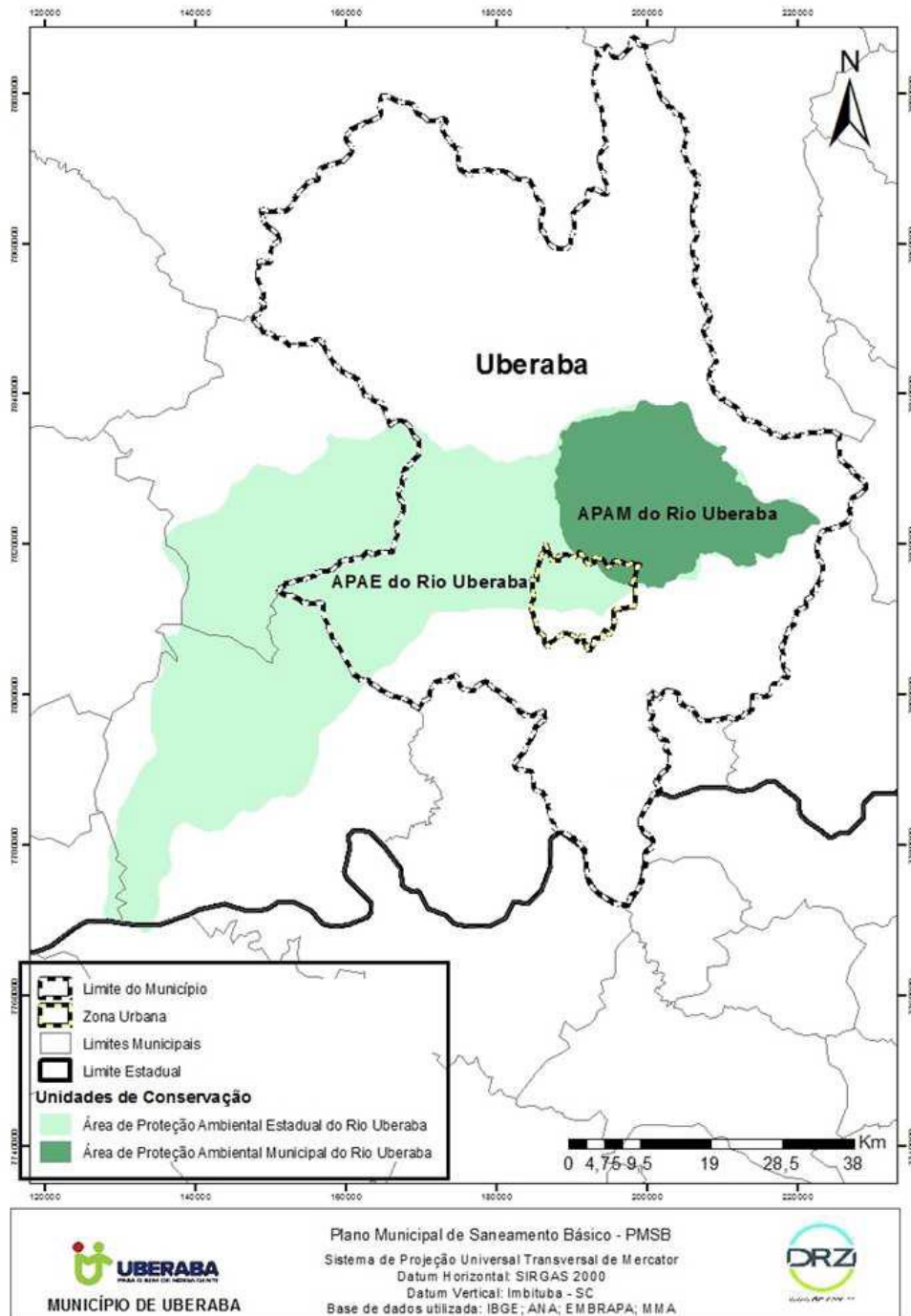


Figura 4.3: Localização das áreas de proteção ambiental no município de Uberaba

4.1.5 USO E OCUPAÇÃO DE SOLO

De acordo com o Plano Diretor do município de Uberaba, sua região central é uma macrozona de adensamento controlado e de consolidação urbana, uma vez que tem um histórico mais antigo de ocupação. Ao Sul, é contornada de leste a oeste por macrozonas de estruturação urbana, já que está em processo de consolidação. À nordeste, tem-se macrozonas de ocupação restrita e de regularização especial, visto que, na mesma região, encontra-se delimitada uma Área de Preservação Ambiental. À norte e noroeste da região central, encontram-se macrozonas de estruturação urbana, além de parque tecnológico e distritos industriais, conforme a Figura 4.4.

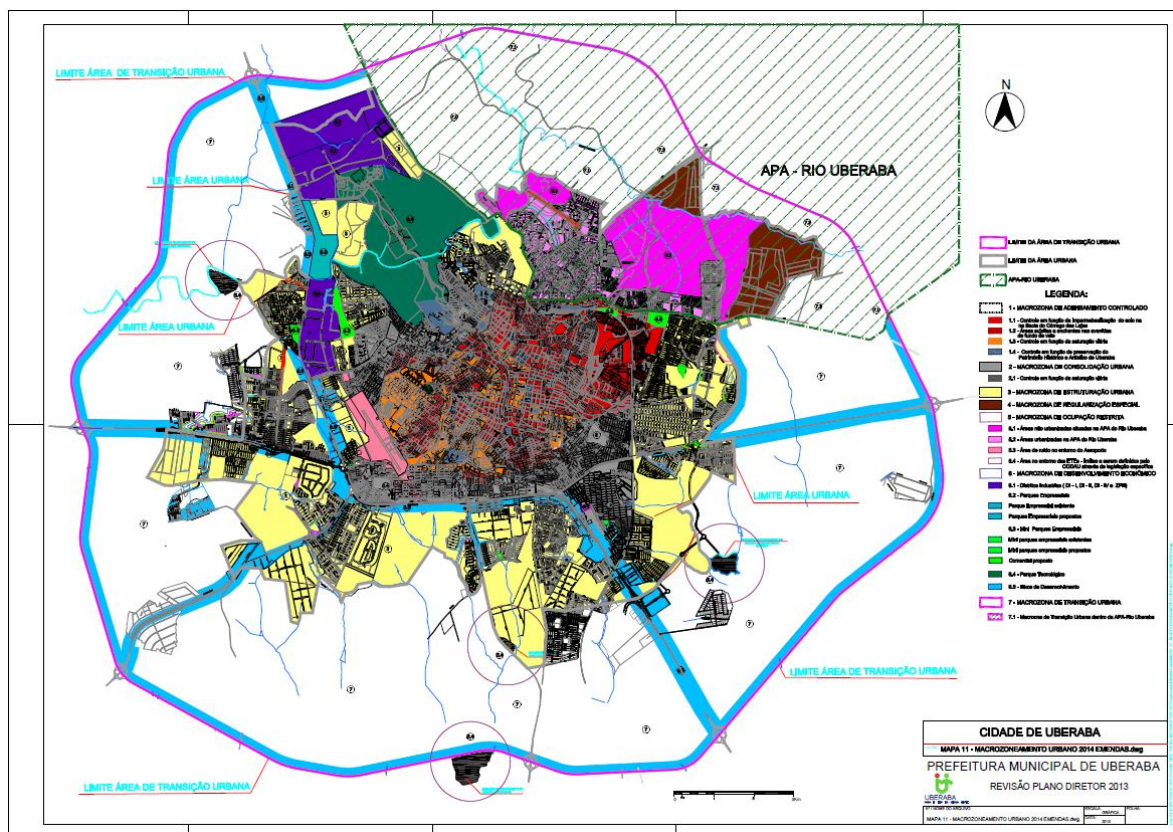


Figura 4.4 - Mapa 01 – Macrozoneamento urbano do Plano Diretor / Cidade de Uberaba

A partir da análise do mapa da Lei de Uso e Ocupação do Solo, revisada em 2018, percebe-se que a delimitação e definição das macrozonas do Plano Diretor foram respeitadas conforme o

crescimento da cidade. Além disso, nota-se que houve uma expansão residencial ao longo de alguns eixos de desenvolvimento também estipulados pelo Plano.

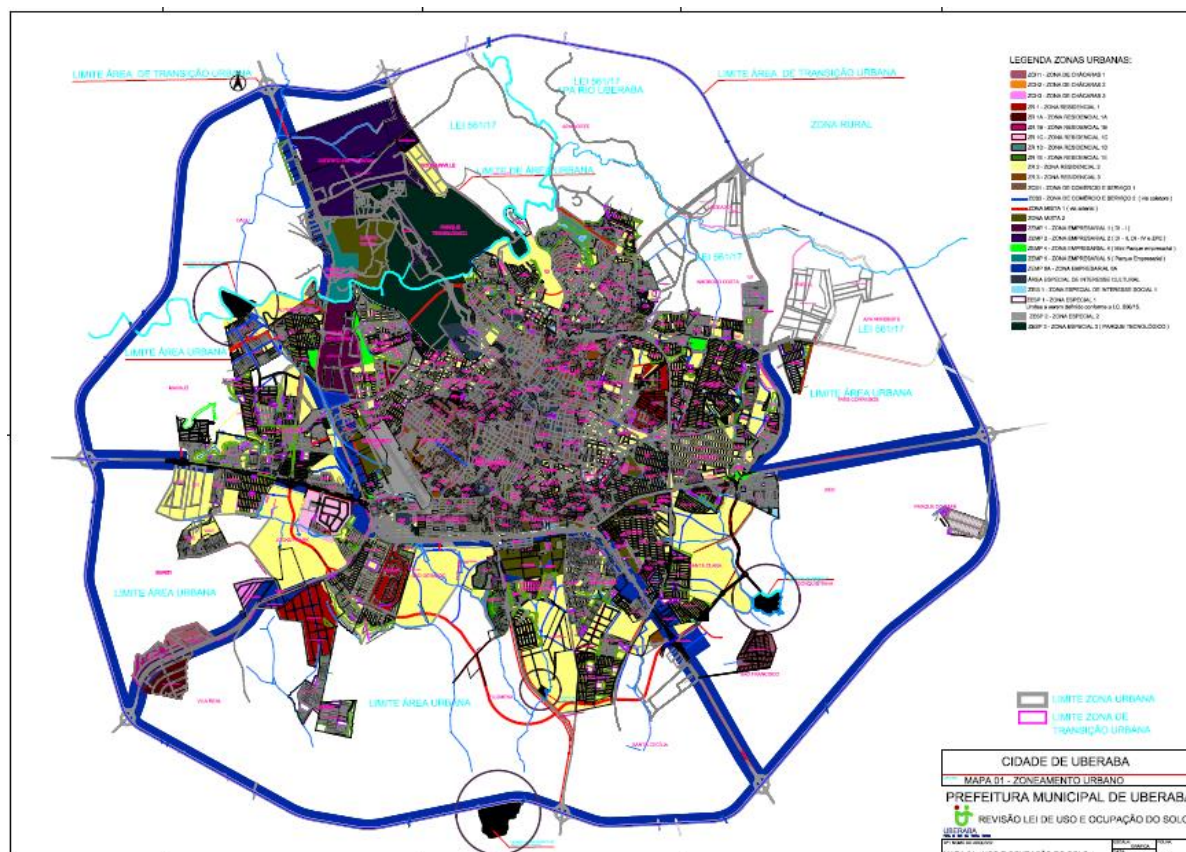


Figura 4.5 - Mapa 02 - Uso e ocupação do solo / Cidade de Uberaba



MUNICÍPIO DE UBERABA

4.2 ESTUDO POPULACIONAL

O estudo populacional completo de Uberaba foi apresentado no Relatório 01 (PR-022-001-PL-HID-001).

O estudo populacional foi desenvolvido contemplando as áreas urbanas do município, com o objetivo de quantificar a população dessas áreas, analisar o seu crescimento passado e prever o seu crescimento futuro. As projeções de população foram realizadas para cada área de interesse e foram utilizadas para a quantificação do consumo de água e estimativa de vazão de abastecimento necessária.

4.2.1 DADOS CENSITÁRIOS

Segundo o Censo 2010, a população de Uberaba é de 295.988 habitantes (em 2010), sendo 289.376 (97,77%) residentes na área urbana e 6.612 (2,33%) na área rural. A taxa de crescimento populacional média (em 2010) foi de 1,7%, para a população urbana, e decréscimo para a população rural de 2,1%. A estimativa para 2011 é de 299.214 habitantes, acompanhando um acréscimo de 1,09%.

Tabela 4.3 - Evolução populacional (urbana e rural), taxa de crescimento e IDH-M

Uberaba - MG	1970	1980	1991	2000	2010
População Urbana	108.313	182.501	200.705	244.171	289.376
Taxa de Crescimento Geom. Populacional (%)	-	3,0	1,5	1,9	1,7
População Rural	16.177	16.707	11.119	8.194	6.612
Taxa de Crescimento Geom. Populacional (%)	-	-1,8	-3,5	-2,7	-2,1
População Total	124.490	199.208	211.824	252.051	295.988
Taxa de Crescimento Geom. Populacional (%)	-	2,56	1,18	1,78	1,62
IDH-M	-	-	0,763	0,834	-

Fonte: IBGE (2010)

4.2.2 PROJEÇÃO POPULACIONAL

O estudo populacional foi desenvolvido analisando-se as principais informações do estudo censitário do IBGE de 1991, 2000, 2010, dos dados do PMSB (Plano Municipal de Saneamento) e do Plano Diretor de Uberaba.

A área de abastecimento de água é a área que será adotada para atendimento do projeto, referente a população e aos dados de redes e levantamentos da região especificada. Seu traçado foi definido de acordo com critérios de ocupação urbana e sua delimitação pode ser observada na Figura 4.7.



Figura 4.7 - Área de expansão urbana – Uberaba

A população de saturação foi calculada considerando a densidade populacional de acordo com os tipos de ocupação observados e as respectivas áreas ocupadas.

A saturação da zona urbana poderá ocorrer em longo prazo, não sendo possível especificar com exatidão o intervalo de tempo em que ela ocorrerá e possíveis alterações no limite urbano atual. Desta forma a população de saturação foi utilizada como uma ferramenta para estimar o crescimento populacional e distribuição territorial ao longo do período de 30 anos previsto no estudo.

Para determinação das curvas de crescimento populacional adotou-se metodologia baseada na delimitação e análise de zonas de ocupação homogênea.

Os dados populacionais do município Uberaba e o crescimento nos respectivos períodos estão apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Crescimento populacional do município de Uberaba/MG

População 1991	211.824
População 2000	251.052
População 2010	295.988
População 2021* (estimada)	340.277
Crescimento absoluto 1991 - 2000	39.228
Taxa de crescimento 1991 - 2000	2,06 % a.a
Crescimento absoluto 2000 - 2010	44.936
Taxa de crescimento 2000 - 2010	1,79% a.a
Crescimento absoluto 2010 – 2021**	44.289
Taxa de crescimento 2010 – 2021**	1,36 % a.a.

Fonte: IBGE 1991, 2000, 2010, 2021

*A população para 2021 refere-se a estimativa apresentada pelo IBGE página "IBGE Cidades"

**Dados calculados com dados de população estimados 2021 (IBGE)

Tabela 4.5 - Taxas de crescimento nas cidades de interesse

Método de cálculo		Ano			
		1991	2000	2010	2021*
Uberaba	População	211.824	251.052	295.988	340.277
	Taxa	-	2,06%	1,79%**	1,36%
Ribeirão Preto	População	436.682	504.923	604.682	720.116
	Taxa	-	1,74%	1,98%	1,74%
Franca	População	233.098	287.737	318.640	358.539
	Taxa	-	2,60%	1,07%	1,14%
São José do Rio Preto	População	283.761	358.523	408.258	469.258

Método de cálculo		Ano			
		1991	2000	2010	2021*
Araxá	Taxa	-	2,93%	1,39%	1,36%
	População	69.911	78.997	93.672	108.403
	Taxa	-	1,44%	1,86%	1,43%
Araguari	População	91.283	101.974	109.801	118.361
	Taxa	-	1,30%	0,77%	0,71%
Ituiutaba	População	84.577	89.091	97.171	105.818
	Taxa	-	0,59%	0,91%	0,81%
Uberlândia	População	367.061	501.214	604.013	706.597
	Taxa	-	4,06%	2,05%	1,54%
Estado de São Paulo	População	31.588.925	37.032.403	41.262.199	46.649.132
	Taxa	-	1,91%	1,14%	1,19%
Estado de Minas Gerais	População	15.743.152	17.891.494	19.597.330	21.411.923
	Taxa	-	1,52%	0,95%	0,84%
Brasil	População	146.825.475	174.800.000	190.755.799	213.317.639
	Taxa	-	2,12%	0,91%	1,08%

*A população de 2021 é estimada pelo IBGE, apresentada na página "IBGE Cidades"

**As taxas são apresentadas em porcentagem ao ano.

Uberaba apresentou tendência de desaceleração da taxa de crescimento, indo de 2,06% a.a no período 1991-2000 para 1,36% a.a para o período 2010-2021.

Desse modo, tomando como base as taxas de crescimento populacional observadas e as curvas de projeção, entende-se que a projeção Aritmética é a mais adequada, uma vez que apresenta uma taxa de crescimento mais acentuado no início de plano, indo de 1,23% a.a em 2022, e vai suavizando em direção ao final de plano, chegando a 0,90% a.a em 2052.

A Tabela 4.6 apresenta o resumo do crescimento populacional projetado para Uberaba.

Tabela 4.6 – Resumo populacional – Método Aritmético

Ano	População (hab.)	Taxa de crescimento populacional (% a.a)
2022	334.118	1,23
2025	346.313	1,19
2030	366.638	1,12
2035	386.963	1,06
2040	407.288	1,01
2045	427.613	0,96
2050	447.938	0,92
2052	456.068	0,90

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

4.3 ESTUDOS DE DEMANDA

Os dados fornecidos pelo SNIS foram considerados como referência para o consumo de água per capita e taxa de perdas na distribuição. Assim, o consumo per capita e as perdas na distribuição foram adotadas como a média dos últimos 10 anos (2010 a 2020), as quais representam um valor próximo da realidade da região.

A vazão média de consumo per capita (183,91 L/hab/dia) foi obtida a partir do cálculo do consumo médio dos valores micromedidos, no período de 2010 a 2020. O cálculo inexato do índice de perdas é dado pela precariedade de algumas unidades medidoras de vazão e totalizadoras de volume, sendo estimados valores entre 40 e 50% de perdas.

O principal fator de contribuição para a diminuição do índice de perdas em implantação é a substituição de hidrômetros residenciais que já estão fora do período de validade. Tendo visto os esforços da equipe em sanar o problema do elevado índice de perdas e a introdução de novas informações à análise dos dados, foram reajustados os valores de índice de perdas atual para 40% para realização de cálculo de demanda.

A Tabela 4.7 apresenta os parâmetros considerados para o cálculo de vazões e a Tabela 4.8 o resultado das vazões de consumo de água para a região urbana de Uberaba.

Tabela 4.7 – Parâmetros considerados

Consumo de água per capita (L/hab.dia)	183,91
Coeficiente dia de maior consumo – K1	1,2
Coeficiente hora de maior consumo – K2	1,5

Tabela 4.8 - Consumo de água para a área de abastecimento urbano

Ano	Pop. Residente abastecida (hab)	Q consumo (média) (L/s)	Q consumo (dia maior consumo) (L/s)	Índice de Perdas na distribuição (%)	Q captação (média) (L/s)	Q captação (dia maior consumo) (L/s)
2022	334.118	711,19	853,43	40,0	1274,54	1529,45
2032	374.768	797,72	957,26	33,1	1281,71	1538,06
2042	415.418	884,24	1061,09	30,0	1358,29	1629,94
2052	447.938	953,47	1144,16	30,0	1464,62	1757,54

4.4 RECURSOS HÍDRICOS

O estudo dos recursos hídricos foi apresentado no Relatório 02 (PR-022-001-PL-HID-MD-002).

O diagnóstico dos recursos hídricos pertinente ao abastecimento de Uberaba foi elaborado para basear as tomadas de decisão quanto a necessidade de captação pela CODAU para abastecimento público.

4.4.1 ESTUDO HIDROLÓGICO

RIO UBERABA

Tabela 4.9 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2020 – Comparativo

	Mês	Média ANA (m³/s)	Média CODAU (m³/s)
01	Janeiro	50,445	6,66
02	Fevereiro	55,098	17,79
03	Março	25,638	12,55
04	Abril	10,768	7,33
05	Maio	7,561	5,31
06	Junho	-	4,82
07	Julho	3,513	2,47
08	Agosto	1,672	2,06
09	Setembro	0,875	1,7
10	Outubro	0,425	2,02
11	Novembro	3,268	2,34
12	Dezembro	23,253	5,63

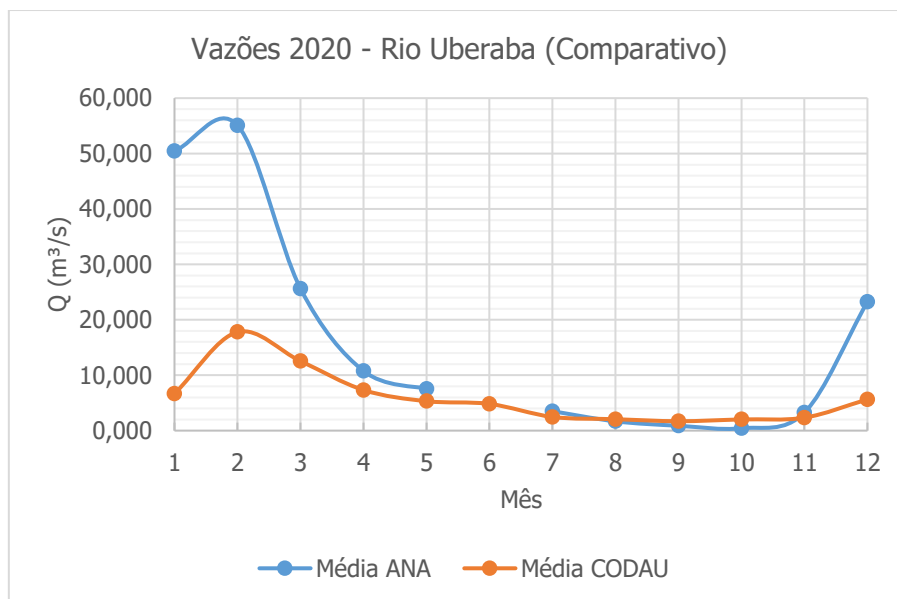


Figura 4.8 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2020 - Comparativo

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Para o ano de 2020, as vazões médias de acordo com a CODAU apresentaram valores mais baixos em relação a série histórica da ANA (de 13 a 50%), principalmente nos meses chuvosos (dezembro a março), e se aproximam no período de estiagem (abril a novembro), para os dados existentes. Destaca-se que parte da diferença, nos meses de estiagem, se deve ao ponto da leitura de vazão pela ANA, que se refere à vazão que permaneceu no rio após a captação de água pelo CODAU.

O ponto outorgado de captação do Rio Uberaba pela CODAU para fins de abastecimento público da cidade localiza-se na sub bacia Difusa 1, nas coordenadas 19°42'52" e 47°56'11", próximo a foz da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba (Ponto "8" do mapa de pontos outorgados).

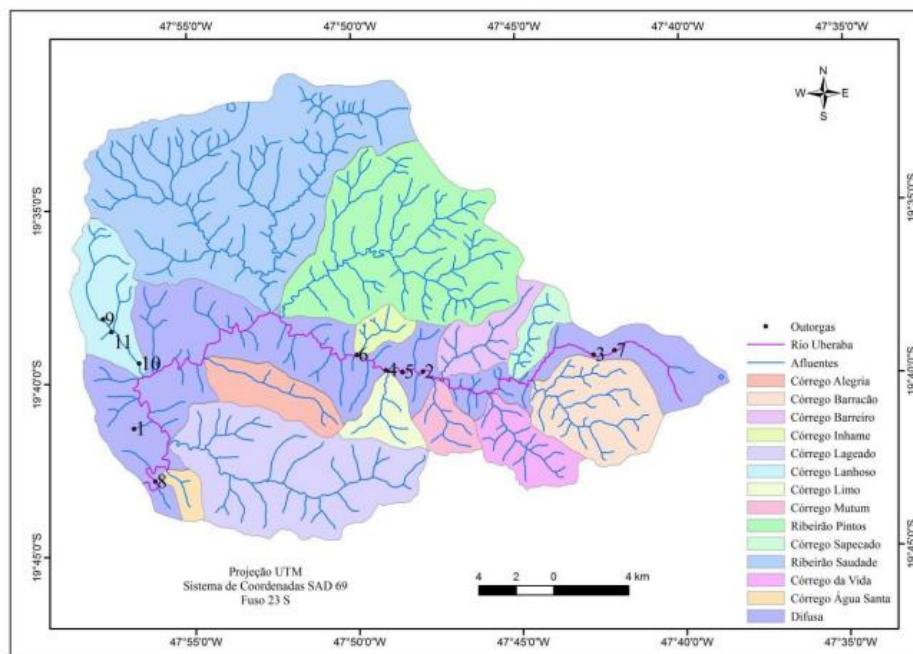


Figura 4.9 – Pontos outorgados na APA de Uberaba

Fonte: COSTA (2015)

Tabela 4.10 – Descrição das outorgas identificadas na APA

Ponto	Coordenadas geográficas		Corpo de água	Finalidade	Vazão outorgada (m³/s)
	Latitude	Longitude			
1	19°41'19"	47°57'46"	Córrego em área difusa	Const. De barramento	0,027
2	19°39'51"	47°48'08"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0033
3	19°39'23"	47°42'42"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0040
4	19°39'44"	47°49'04"	Córrego Limo	Irrigação	0,0020
5	19°39'44"	47°48'46"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0020
6	19°39'18"	47°49'56"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0033
7	19°39'25"	47°42'22"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0040
8	19°42'52"	47°56'11"	Rio Uberaba	Captação CODAU	0,9000*
9	19°38'20"	47°57'28"	Córrego Lanhoso	Dessedentação	0,0051
10	19°38'58"	47°56'58"	Córrego Lanhoso	Irrigação	0,167
11	19°38'48"	47°57'08"	Córrego Lanhoso	Irrigação	0,167

Fonte: COSTA (2015)

* Outorga anterior a renovação de 2019

RIO CLARO

Para determinação da disponibilidade hídrica e da vazão $Q_{7,10}$ do rio, foi utilizada a metodologia que associa o rendimento específico de cada região, área de drenagem e características físicas, do solo e meteorológicas das bacias (PAULA, 2014).

Tabela 4.11 – Cálculo da $Q_{7,10}$ da bacia do Rio Claro

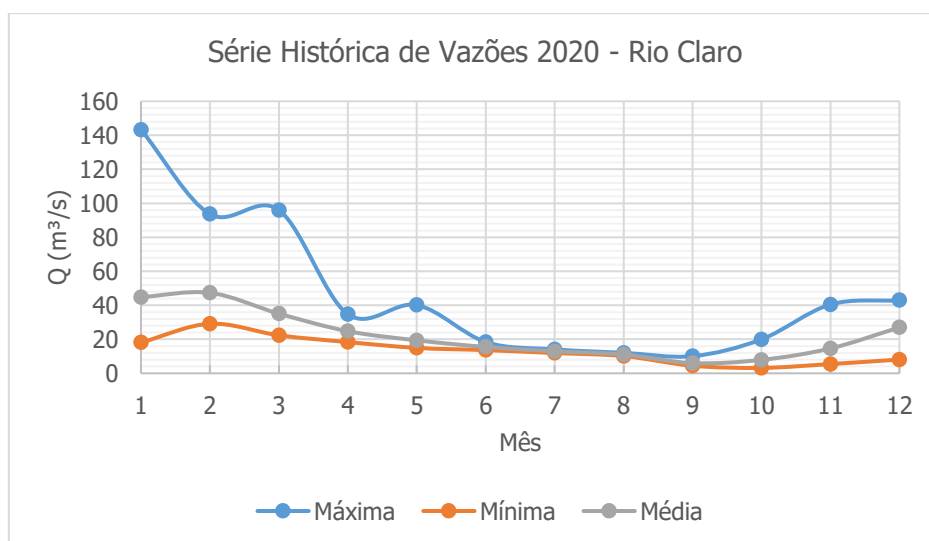
Área de drenagem (km²)	108,163
$Q_{7,10}$ na foz (m³/s)	2,938
Vazão outorgável (m³/s)	1,469

Fonte: PAULA (2014)

A $Q_{7,10}$ corresponde a 2,938 m³/s na foz do rio Claro, e vazão outorgável de até 1,464 m³/s, representando 50% da vazão $Q_{7,10}$.

As vazões máximas são obtidas de acordo com o maior valor medido no período (do mês), assim como a vazão mínima a partir da medição de menor valor do mês, e a vazão média como média aritmética das medições diárias do mês correspondente.

Figura 4.10 - Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2020



Fonte: Projetae, com base em: ANA (2020)

Verifica-se que existem outorgas deferidas para uma vazão total de 2,978 m³/s, representando 100% da vazão Q_{7,10}. Essa informação traz a posição de conflito em que se encontra o corpo hídrico de rio Claro, devido à captação para uso principal da irrigação e para abastecimento pela CODAU, com outorgas emitidas acima do limite de 50% da Q_{7,10}.

Tabela 4.12 – Relação dos processos de outorga formalizados no órgão ambiental

Processos outorga	Nº de processos	Vazão total (m ³ /s)	Vazão total (L/s)
Irrigação	36	0,242	241,6
Dessedentação Animal e Consumo	-	0,602	601,7
Abastecimento Público	01	0,800	800,0
Consumo Industrial	01	0,017	17,1
Pulverização e combate a incêndios	01	0,016	16,0
Total	39	2,978	2978,8

Fonte: COSTA (2015). Obs: apenas outorgas deferidas

Por meio das análises realizadas nos dados disponíveis referentes as vazões no rio Uberaba, foi observado que a disponibilidade hídrica no ponto de captação atual da CODAU não consegue manter a regularidade necessária para o abastecimento da cidade de Uberaba ao longo do ano. Apesar de haver outorga de captação no valor de 1,2 m³/s, o manancial não consegue suprir o valor outorgado em períodos de estiagem, chegando a praticamente a zerar a vazão vertida na barragem. Dessa forma, observa-se que a outorga ultrapassa a razão teórica de 30% a 50% do valor de Q_{7,10} do manancial no ponto de captação.

As alternativas existentes de captação para complementação da vazão de captação são a reversão da bacia do Rio Claro e a captação em poços profundos. Além das alternativas existentes, foi iniciada a execução de barragem de acumulação a montante da captação para regularização da vazão (Barragem Prainha).

A transposição do Rio Claro foi adotada pela CODAU (desde 2003) para complementação da vazão em época de estiagem. A captação do Rio Claro para reversão está outorgada atualmente, mas

acaba gerando um conflito pela disponibilidade hídrica. O período de estiagem que penaliza a disponibilidade hídrica do rio Uberaba coincide com o período de necessidade de irrigação mecanizada das lavouras na bacia do Rio Claro. Desta forma, a utilização do Rio claro como solução definitiva para o abastecimento de Uberaba acaba não sendo adequada considerando a segurança hídrica dos usos múltiplos já em vigor.

A implantação de reservatórios de acumulação para regularização da vazão ao longo do ano no Rio Uberaba é uma alternativa interessante, considerando a infraestrutura de captação já existente no município. Entretanto, conforme apresentado no item da barragem prainha, os valores considerados para a disponibilidade hídrica diferem dos observados nas medições da CODAU e da ANA, podendo não resolver o problema de disponibilidade em definitivo. A construção da barragem também prevê a continuação da reversão do Rio Claro, que se encontra atualmente fragilizada nos períodos de estiagem.

4.4.2 CAPTAÇÕES

O SAA de Uberaba possui diferentes fontes de captação de água, sendo a captação superficial do rio Uberaba, do rio Claro, e subterrâneo por 3 poços profundos. A outorga do rio Uberaba é de 1200 L/s, a outorga coletiva de rio Claro contempla vazão de até 800 L/s (porém em 2021 a outorga emergencial atribui 500 L/s), e a vazão outorgada dos 3 poços soma um total de 137,85 L/s; totalizando uma vazão outorgada para abastecimento da cidade de até 1337,5 L/s.

Tabela 4.13 –Captações de água para abastecimento de Uberaba e suas respectivas vazões

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Rio Uberaba	1200	1200	
Rio Claro	500	500 ⁽¹⁾	Em período de estiagem
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR010)	80,56	67,13 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 ⁽²⁾	Obstruído desde fev/2021
Poço profundo (CR13)	-		
Poço profundo (CR14)	-		
Poço profundo (CR15)	-		
Poço profundo (CR16)	-		
Total poços		137,85	
Total SAA Uberaba		1337,85	

Nota 1: a vazão de captação do rio Claro apenas supre a baixa vazão de estiagem do Rio Uberaba e não aumenta a capacidade de captação em si

Nota 2: vazão média diária dos poços, considerando o máximo horário diário de funcionamento conforme a outorga;

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), forneceu outorga para a CODAU para três poços tubulares profundos de captação de águas do Aquífero Guarani, na zona urbana do Município, sendo posicionados junto aos centros de reservação de água tratada (R6, R10 e R11). Os poços foram outorgados em três Portarias, que estabelecem parâmetros diferentes dependendo do poço.

Tabela 4.14 – Características dos poços outorgados

Portaria	Poço profundo	Data	Validade	Ano de vencimento	Vazão outorgada		Tempo de captação	Vazão média diária
					(m³/h)	(L/s)	(h/dia)	(L/s)
01336/2008	R11	30/07/2008	20 anos	2028	120	33,33	20	27,78
01337/2008	R10	30/07/2008	20 anos	2028	290	80,56	20	67,13
02126/2010	R6	10/08/2010	20 anos	2030	265	73,61	14	42,94

Fonte: CODAU (2022)

O poço localizado no CR 11 se encontra obstruído desde fevereiro de 2021, e funcionava com captação média de 60 L/s, apesar da outorga. Atualmente o poço do CR 11 foi desativado.

Os poços do CR 10 e CR 06 operam com média pouco diferente em relação a vazão outorgada, de 55 L/s cada um.

Além da captação de água subterrânea, a cidade de Uberaba também conta com uma outorga para a captação de água superficial do Rio Uberaba com a finalidade do abastecimento da população. A outorga é deferida pela Portaria nº 1902839 de 23 de março de 2019 e estabelece algumas condições para a captação.

Tabela 4.15 – Parâmetros da outorga do Rio Uberaba

Mês	Vazão (L/s)	Horas/dia	Dias/mês	Volume (m³)
Janeiro	1.200	24	31	3.214.080
Fevereiro	1.200	24	28	3.006.720
Março	1.200	24	31	3.214.080
Abril	1.200	24	30	3.110.400
Maio	1.200	24	31	3.214.080
Junho	1.200	24	30	3.110.400
Julho	1.200	24	31	3.214.080
Agosto	1.200	24	31	3.214.080
Setembro	1.200	24	30	3.110.400
Outubro	1.200	24	31	3.214.080
Novembro	1.200	24	30	3.110.400
Dezembro	1.200	24	31	3.214.080

Fonte: CODAU (2022)

Visando minimizar o problema de falta de água no município, desde 2003, a CODAU tem instalado um sistema de contingência e emergência para situações de falta de água, através da adução de água do Rio Claro para o Rio Uberaba (afluente Ribeirão da Saudade), com uma vazão de até 500 L/s, garantindo vazão de captação para o sistema em caso de diminuição da quantidade de água do rio atual de captação, como é o caso em períodos de estiagem.

No ano de 2021, foi concedida outorga emergencial para captação de água do Rio Claro, com vazão outorgada de 500 L/s nos períodos de estiagem, que durou de agosto a novembro de 2021.

No mesmo ano, foi deferida a Portaria nº 00119 de 25 de fevereiro de 2021 para outorga de captação de água do Rio Claro e seus afluentes, com validade de 10 anos, para fins de irrigação da região. De acordo com documento enviado pela CODAU, a vazão outorgada para irrigação é de 3.979,28 L/s, aproximadamente 4 m³/s, sendo a captação diretamente do manancial ou por barramento.

O Rio Claro, por sua vez, possui uma vazão outorgada total de 4.479,28 L/s, para fins de irrigação e/ou abastecimento público.

CONSIDERAÇÕES

O sistema de captação superficial implantado atualmente (rio Uberaba + rio Claro) não garante a vazão necessária de abastecimento Uberaba para o horizonte de projeto (2052), principalmente nos períodos de estiagem.

Devido à alta demanda para irrigação na bacia do rio Claro, não existe garantia da disponibilidade da vazão de 0,800 m³/s para a transposição pela CODAU em 100% do tempo, durante as estiagens críticas.

O rio Uberaba não atende vazão de 0,900 m³/s outorgada para a CODAU durante as estiagens mais críticas, como as ocorridas em 2002 e 2014.

Em condições extremas de estiagem, como no ano de 2014, os eventos ocorrem simultaneamente nas bacias dos rios Claro e Uberaba.

A barragem prainha, mesmo após a finalização da obra, não irá garantir solução definitiva para garantir a segurança hídrica de Uberaba, visto que a **captação de rio Claro poderá ser desativada**, devido aos conflitos pela água; e o volume de reservação e regularização de vazão da barragem prainha **não será suficiente para captação a longo prazo** para a demanda de Uberaba.

Os poços implantados possuem características físicas que geram alto custo energético de captação da água e resultam em um longo período de paralização no seu funcionamento para manutenção. Portanto, apesar de ajudarem a combater a escassez hídrica, o sistema acaba apresentando fragilidades na sua operação e continuidade.

Assim, tornam-se necessários projetos para novas instalações de captação além de medidas de controle na distribuição para redução do índice de perdas. As alternativas de mananciais superficiais a serem estudadas para complementação da vazão necessária para o abastecimento em final de plano são o rio Grande e o rio Araguari.

Outro ponto relevante em relação a captação se dá pela localização da captação atual e da ETA (região norte da cidade). Atualmente os principais vetores de crescimento urbano da cidade de Uberaba se localizam ao sul e sudoeste da cidade. Dessa forma o aumento de captação na região norte implica no aumento de todo o sistema centralizado de tratamento e distribuição.

4.5 DADOS DO SAA

O estudo completo do SAA Uberaba foi apresentado no Relatório 02 (PR-022-001-PL-HID-MD-002).

4.5.1 LIGAÇÕES E ECONOMIAS

Tabela 4.16 – Ligações e economias divididas por categorias de Uberaba em 2021

Mês	L / E	Categorias (unidades)							Total
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	
Janeiro	L	107.720	12.938	276	4.805	507	1.057	963	128.266
	E	130.382	18.188	288	4.853	507	1.074	966	156.258
Fevereiro	L	107.719	12.924	276	4.804	506	1.052	963	128.244
	E	130.367	18.174	288	4.852	506	1.069	966	156.222
Março	L	104.687	12.325	255	4.609	486	1.052	952	124.366
	E	126.995	17.484	265	4.658	486	1.069	955	151.912
Abril	L	108.001	12.933	275	4.805	506	1.053	963	128.536
	E	130.650	18.183	287	4.853	506	1.070	966	156.515
Maio	L	108.170	12.934	275	4.806	505	1.053	963	128.706
	E	130.819	18.184	287	4.854	505	1.070	966	156.685
Junho	L	108.312	12.941	276	4.806	506	1.053	963	128.857
	E	130.961	18.191	288	4.854	506	1.070	966	156.836
Julho	L	108.627	12.951	276	4.805	506	1.058	963	129.186
	E	131.275	18.201	288	4.853	506	1.075	966	157.164
Agosto	L	108.486	12.943	277	4.801	503	1.057	963	129.030
	E	131.124	18.190	289	4.849	503	1.074	966	156.995
Setembro	L	108.631	12.945	275	4.801	506	1.058	963	129.179
	E	131.270	18.187	287	4.849	506	1.075	966	157.140
Outubro	L	108.717	12.936	277	4.797	504	1.058	962	129.251
	E	131.346	18.176	289	4.845	504	1.075	965	157.200
Novembro	L	108.558	12.758	275	4.789	498	1.060	967	128.905
	E	131.145	17.931	287	4.837	498	1.077	970	156.745
Dezembro	L	107.919	12.549	270	4.765	485	1.064	969	128.021
	E	130.470	18.665	282	4.813	485	1.081	972	156.768

Tabela 4.17 – Porcentagem de ligações e economias divididas por categoria do município de Uberaba em 2021

Mês	L / E	Porcentagem						
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.
Janeiro	L E	83,44%	11,64%	0,18%	3,11%	0,32%	0,69%	0,62%
Fevereiro	L E	83,45%	11,63%	0,18%	3,11%	0,32%	0,68%	0,62%
Março	L E	83,60%	11,51%	0,17%	3,07%	0,32%	0,70%	0,63%
Abril	L E	83,47%	11,62%	0,18%	3,10%	0,32%	0,68%	0,62%
Maio	L E	83,49%	11,61%	0,18%	3,10%	0,32%	0,68%	0,62%
Junho	L E	83,50%	11,60%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,62%
Julho	L E	83,53%	11,58%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,61%
Agosto	L E	83,52%	11,59%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,62%
Setembro	L E	83,54%	11,57%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,61%
Outubro	L E	83,55%	11,56%	0,18%	3,08%	0,32%	0,68%	0,61%
Novembro	L E	83,67%	11,44%	0,18%	3,09%	0,32%	0,69%	0,62%
Dezembro	L E	83,22%	11,91%	0,18%	3,07%	0,31%	0,69%	0,62%

Tabela 4.18 – Consumo micromedido (consumo faturado) em Uberaba em 2021

Consumo micromedido - Consumo faturado (m³)									
Mês	L / E	Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	Total
Janeiro	L	1.463.736	170.202	36.250	62.056	56.943	12.817	7.191	1.809.195
	E	1.771.921	238.958	37.079	71.429	58.844	15.140	10.782	2.204.153
Fevereiro	L	1.359.709	159.869	22.648	57.124	55.988	10.444	6.590	1.672.372
	E	1.687.946	230.447	23.481	66.730	57.800	13.253	10.417	2.090.074
Março	L	1.532.743	175.529	26.138	61.689	59.010	12.147	7.384	1.874.640
	E	1.783.959	234.173	26.845	69.540	60.586	14.638	10.554	2.200.295
Abril	L	1.282.526	139.665	23.265	50.436	61.566	11.939	6.223	1.575.620
	E	1.698.835	224.724	24.197	65.780	64.303	14.414	10.802	2.103.055
Maio	L	1.265.211	142.719	20.262	49.714	59.448	10.685	6.243	1.554.282
	E	1.637.851	221.026	21.213	62.087	61.818	13.533	10.367	2.027.895
Junho	L	1.396.034	160.180	22.116	54.208	55.260	11.209	7.051	1.706.058
	E	1.725.756	233.471	23.035	65.220	57.307	14.018	10.639	2.129.446
Julho	L	1.402.102	162.559	25.407	54.900	54.635	12.078	7.429	1.719.110
	E	1.738.833	233.451	26.249	65.432	56.673	14.579	10.973	2.146.190
Agosto	L	1.543.095	182.933	44.924	57.881	57.245	11.956	7.953	1.905.987
	E	1.839.477	248.250	45.717	67.657	59.145	14.471	11.037	2.285.754
Setembro	L	1.441.478	169.234	30.070	58.679	48.718	14.660	7.448	1.770.287
	E	1.763.849	238.784	30.822	68.303	50.666	16.812	10.787	2.180.023
Outubro	L	1.601.318	182.903	33.903	61.233	49.878	11.948	8.060	1.949.243
	E	1.886.967	247.978	34.605	70.566	51.678	14.417	11.113	2.317.324
Novembro	L	1.321.902	169.924	28.482	53.342	48.392	10.616	6.608	1.639.266
	E	1.679.127	242.486	29.325	64.562	50.296	13.702	10.572	2.090.070
Dezembro	L	1.414.130	163.232	29.120	54.596	49.348	11.570	7.206	1.729.202
	E	1.753.574	235.288	29.965	65.689	51.318	14.387	10.907	2.161.128

Tabela 4.19 – Médias de consumo em Uberaba em 2021

Mês	L / E	Médias de consumo (m ³)							
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	Total
Janeiro	L E	11,23	9,36	125,87	12,79	112,31	11,93	7,44	11,58
Fevereiro	L E	10,43	8,8	78,64	11,77	110,35	9,77	6,82	10,71
Março	L E	12,07	10,04	98,63	13,24	121,42	11,36	7,73	12,34
Abril	L E	9,82	7,68	81,06	10,39	121,67	11,16	6,44	10,07
Maio	L E	9,67	7,85	70,6	10,24	117,72	9,99	6,46	9,92
Junho	L E	10,66	8,81	76,79	11,17	109,21	10,48	7,3	10,88
Julho	L E	10,68	8,93	88,22	11,31	107,97	11,24	7,69	10,94
Agosto	L E	11,77	10,06	155,45	11,94	113,81	11,13	8,23	12,14
Setembro	L E	10,98	9,31	104,77	12,1	96,28	13,64	7,71	11,27
Outubro	L E	12,19	10,06	117,31	12,64	98,96	11,11	8,35	12,4
Novembro	L E	10,08	9,48	99,24	11,03	97,17	9,86	6,81	10,46
Dezembro	L E	10,84	9,24	103,26	11,34	101,75	10,7	7,41	11,1

4.5.2 PERDAS

São apresentados os resultados disponibilizados pela CODAU, referentes às perdas do sistema de abastecimento de água, para os anos de 2020 e 2021.

2020						
Mês	Ligações (unid.)	Produção por ligação (L/lig.dia)	Consumo por ligação (L/lig.dia)	Perdas (m³)	Índice geral de perdas (%)	Perdas por ligação (L/lig.dia)
Janeiro	125.769	886,7	452,5	1.692.781	49,0	434,2
Fevereiro	126.465	888,4	466,0	1.495.717	47,5	422,4
Março	126.699	879,5	406,4	1.858.320	53,8	473,1
Abril	126.646	847,6	434,0	1.571.297	48,8	413,6
Maio	127.004	863,5	432,3	1.697.822	49,9	431,2
Junho	127.038	869,3	404,8	1.770.284	53,4	464,5
Julho	127.198	879,4	447,9	1.701.391	49,1	431,5
Agosto	127.466	851,4	434,2	1.648.237	49,0	417,1
Setembro	127.632	890,4	472,6	1.599.731	46,9	417,8
Outubro	127.806	916,1	508,5	1.615.077	44,5	407,6
Novembro	128.106	863,1	508,9	1.361.584	41,0	354,3
Dezembro	128.128	864,4	439,2	1.688.804	49,2	425,2
Média	127.163	875,0	450,6	1.641.754	48,5	424,4
Total	-	-	-	19.701.045	-	-

2021						
Mês	Ligações (unid.)	Produção por ligação (L/lig.dia)	Consumo por ligação (L/lig.dia)	Perdas (m³)	Índice geral de perdas (%)	Perdas por ligação (L/lig.dia)
Janeiro	128.266	833,9	455,0	1.506.452	45,4	378,9
Fevereiro	128.244	814,0	465,8	1.250.648	42,8	348,3
Março	124.366	850,5	486,3	1.403.993	42,8	364,2
Abril	128.536	849,9	408,7	1.701.582	51,9	441,3
Maio	128.706	849,9	389,6	1.836.770	54,2	460,4
Junho	128.857	848,0	441,3	1.572.179	48,0	406,7
Julho	129.186	839,2	429,3	1.641.403	48,8	409,9
Agosto	129.030	854,1	476,5	1.510.174	44,2	377,6
Setembro	129.179	818,6	456,9	1.401.733	44,2	361,7
Outubro	129.251	788,7	486,7	1.209.862	38,3	302,0
Novembro	128.905	822,9	424,1	1.542.363	48,5	398,8
Dezembro	128.020	786,7	436,2	1.391.153	44,6	350,5
Média	128.379	829,7	446,4	1.497.359	46,1	383,3
Total	-	-	-	17.968.311	-	-

4.5.3 QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA E TRATADA

Os valores referentes a qualidade da água bruta e da água tratada estão apresentados no Relatório 2 (PR-022-001-PL-HID-MD-002).

4.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A descrição e o diagnóstico da ETA Uberaba estão apresentados na íntegra no Relatório 2 (PR-022-001-PL-HID-MD-002).

A cidade de Uberaba conta com três estações de tratamento de água (ETAs 1, 2 e 3), todas com a tecnologia de ciclo completo. As 3 ETAs possuem unidade comum de recepção e unidade de mistura rápida; após a água bruta passar por essas unidades, ela é encaminhada para as ETAs separadamente, por tubulações individuais.

Após o tratamento a água tratada é encaminhada por recalque para os centros de reservação e para o abastecimento.

A análise das unidades das ETAs foi realizada com base nos documentos fornecidos e na visita técnica às instalações realizada em março de 2022. Dentre os documentos fornecidos está o projeto de adequação da ETA, datado de 2009. Durante a visita técnica foram observadas algumas divergências entre os dados de projeto e as instalações atuais, sendo desconsideradas as informações divergentes nas análises.



Figura 4.11 – Visão geral das ETAs 1, 2 e 3

Tabela 4.20 – Unidades que compõe cada ETA

ETA 1
6 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores de alta taxa
2 decantadores convencionais
6 filtros rápidos descendentes
ETA 2
18 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores convencionais
10 filtros rápidos descendentes
ETA 3
6 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores convencionais
6 filtros rápidos descendentes

4.6.1 VAZÃO DAS ETAS

O projeto das ETAs 1, 2 e 3 foi realizado para a vazão nominal de operação, sendo ETA 1 de 200 L/s, ETA 2 de 600 L/s e ETA 3 de 500 L/s. Atualmente cada uma das ETAs opera com vazões diferentes da projetada, a ETA 1 com 300 L/s, ETA 2 com 700 L/s, e ETA 3 com 200 L/s.

Tabela 4.21 – Vazões das ETAs

ETA	Vazão nominal (projeto) (L/s)	Vazão em operação (atual) (L/s)	Comparativo (L/s)
1	200	300	100 (sobrecarga)
2	600	700	100 (sobrecarga)
3	500	200	300 (dificuldades operacionais)
Total	1300	1200	-

4.6.2 CANAL DE RECEPÇÃO E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA

Tabela 4.22 – Características do canal de recepção e da unidade de mistura rápida

Unidade	Quantidade	Característica
Ponto de aplicação de alcalinizante	03	Tanques de encaminhamento para a ETA
Ponto de aplicação de coagulante	03	Tanques de encaminhamento para a ETA
Gradiente de mistura rápida	-	A mistura mecanizada está desativada, não sendo possível especificar o gradiente de mistura rápida provido pelos vertedores das câmaras
Câmara de mistura rápida (Tanques)	02	2,5 m x 2,5 m x 1,5 m NA: 4,65 m Área: 6,25 m ² Volume útil: 29 m ³

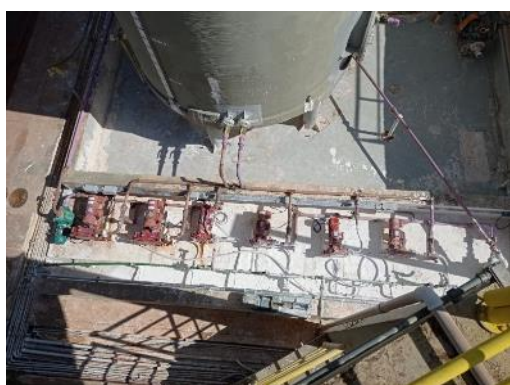


Figura 4.12 - Aplicação de produtos químicos (tanque de mistura rápida), bombas e armazenamento

Após a saída do tanque de mistura rápida a água coagulada segue separadamente por 03 tubulações que encaminham por gravidade a água coagulada para cada uma das 03 ETAs.



Figura 4.13 – Adutoras com saída da mistura rápida para as ETAs

A unidade de mistura rápida e divisão de vazão não se encontra totalmente funcional, tendo estruturas improvisadas para todos os processos de tratamento propostos (recepção, divisão de vazão, coagulação, mistura rápida).

A imprecisão da medição de vazão e desconhecimento do gradiente de velocidade da mistura rápida limitam a otimização do processo de coagulação e consequentemente o processo de tratamento.

A adequação dessa estrutura se faz necessária para corrigir os problemas hidráulicos e possibilitar a medição de vazão encaminhada a cada ETA e a dosagem de produto adequada em cada cenário de qualidade.

4.6.3 ETA 1

A ETA 1 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em série cada um, 2 módulos de decantação em paralelo com 1 decantador de alta taxa seguido de 1 decantador convencional, 1 bateria de 6 filtros e 1 poço de água filtrada com elevatória.

Tabela 4.23 – Características dos floculadores da ETA 1

ETA 1	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	300 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina axial
Número de módulos	02

ETA 1	
Parâmetro	Característica
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,4 x 4,7 x 4,4 m
Volume por câmara	91,0 m ³
Volume por modulo de floculação	273,0 m ³
TDH ¹	23 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹
	2ª câmara: 20-50 s ⁻¹
	3ª câmara: 20-40 s ⁻¹

¹ O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (150L/s por módulo) e a possível existência de zonas mortas nos floculadores (25% do volume).



Figura 4.14 – Floculadores da ETA 1

Os floculadores atendem ao Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) recomendado por norma (de 20 a 40 min), para a vazão máxima (23 min).

A utilização de floculadores do tipo turbina axial para baixos gradientes de velocidade pode ter baixa efetividade. A realização de ensaios para ajuste do gradiente de velocidade dos floculadores deve ser realizada considerando as características do equipamento instalado, visto a limitação de eficiência em baixos gradientes de velocidade.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado

mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comece a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

Tabela 4.24 – Características dos decantadores da ETA 1

ETA 1 – Decantador de alta taxa	
Parâmetro	Característica
Tipo	Retangular de alta taxa (fluxo vertical)
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	8,60 m
Largura das câmaras	12,10 m
Área superficial	104,06 m ²
Taxa de aplicação superficial	124,54 m ³ /m ² /d (vazão máx. 300 L/s)
Velocidade de sedimentação máxima	1,00 cm/min
Módulos de sedimentação	Tubulares
Comprimento	1,50 m
Inclinação	55°
Distribuição	01 Canal
ETA 1 – Decantador Convencional	
Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	8,60 m
Largura das câmaras	12,10 m
Área superficial	104,06 m ²
Velocidade longitudinal	0,36 cm/s
Taxa de aplicação superficial	124,54 m ³ /m ² /d (vazão máx. 300 L/s)



Figura 4.15 – Decantadores de Alta Taxa - ETA 1



Figura 4.16 – Decantador convencional - ETA 1

O decantador de alta taxa recebe a água floculada, e apresenta parâmetros ($124,54 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) dentro dos limites teóricos recomendados para de taxa de aplicação superficial (120 a $180 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) e para a velocidade de sedimentação nos módulos de decantação (apresenta $1,0 \text{ cm}/\text{min}$, sendo máximo de $1,0 \text{ cm}/\text{min}$). Ressalta-se que são necessários testes em jarro para a verificação dos limites velocidade de sedimentação para os diferentes cenários de qualidade da água bruta.

Após passar pelos decantadores de alta taxa a água decantada segue para decantador convencional, em que apresenta parâmetros da taxa de aplicação superficial ($124,54 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) acima do limite recomendado por norma (de 35 a $45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$). A velocidade longitudinal está de acordo com a NBR 12.216 (abaixo de $0,75 \text{ cm}/\text{s}$).

As elevadas taxas de aplicação no decantador convencional associada a configuração sequencial de decantadores indicam uma fragilidade no processo de decantação, podendo haver ruptura dos flocos e dificuldade em manter índices adequados de qualidade de água decantada.

Atualmente a limpeza dos decantadores é feita mensalmente, esvaziando totalmente a unidade e utilizando jato de água para a remoção do lodo acumulado.

Tabela 4.25 – Características dos filtros da ETA 1

ETA 1	
Parâmetro	Característica
Tipo	Retangular Rápido Descendente
Fluxo	Descendente
Número de unidades	06
Meio Filtrante	Areia (0,25 m) * Antracito (0,75 m) *
Dimensões	3,80 x 4,4 x 2,65 m (C x L x A) *
Área superficial total	100,3 m ²
Taxa média de filtração	258,37 m ³ /m ² /d (vazão total de 300 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	310,05 m ³ /m ² /d (vazão total de 300 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	02
Carreira de filtração	8 - 12 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água
Origem	Reservatório Elevado (gravidade)
Volume disponível para lavagem dos filtros	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional	0,85 cm/min*

*Referência do projeto de 2009



Figura 4.17 – Filtros da ETA 1

Os filtros da ETA 1 apresentam taxa média de filtração adequada para filtros rápidos descendentes de camada dupla. Ressalta-se, entretanto, que o método de controle dos filtros, originalmente de taxa constante, atualmente funciona sem característica definida entre taxa constante e taxa declinante. A falta de controle operacional pode implicar em taxas máximas muito superiores à média em filtros mais limpos, podendo comprometer a qualidade da água filtrada. Não foi possível analisar a qualidade da água filtrada individual de cada filtro por não ter sido disponibilizado o controle operacional.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

A ausência de lavagem com ar para filtros com meio filtrante duplo não é adequada e pode resultar na formação de bolas de lodo, comprometimento das características do meio filtrante e consequentemente piora da qualidade da água filtrada.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-001 atende a ETA 1, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

4.6.4 ETA 2

A ETA 2 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em paralelo cada um, 2 módulos de decantação convencional, 1 bateria de 10 filtros e 1 poço de água filtrada com elevatória.

Tabela 4.26 – Características dos floculadores da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	700 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina axial
Número de módulos	02
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,80 x 4,80 x 3,90 m
Volume por câmara	89,9 m ³
Volume por modulo de floculação	269,7 m ³
TDH*	12,8 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹

*O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (350 L/s por módulo). Não foi considerada a zona morta nas unidades.



Figura 4.18 – Floculadores da ETA 2

A configuração dos floculadores com unidades em paralelo e o sistema de distribuição por canal comum implica grande dificuldade de realizar a divisão equitativa da vazão entre as câmaras de floculação.

Por não possuírem câmaras em série não é possível trabalhar com gradiente velocidade regressivo, diminuindo a possibilidade de ajustes operacionais mais finos no processo de tratamento. Outro ponto relevante é a estimativa de até 50% de zonas mortas em sistemas de floculação sem câmaras em série. Tal fato limita consideravelmente a eficiência da unidade de tratamento.

Os floculadores apresentam Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) abaixo do recomendado pela NBR 12.216 (20 a 40 min), sem considerar as zonas mortas estimadas em 50% na configuração de unidades de floculação sem câmaras em série.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comece a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

Tabela 4.27 – Características dos decantadores da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	02
Comprimento da câmara	25,0 m
Largura das câmaras	14,80 m
Área superficial	740,00 m ²
Taxa de aplicação superficial	81,73 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Velocidade de sedimentação	5,78 cm/min (vazão total de 700 L/s)

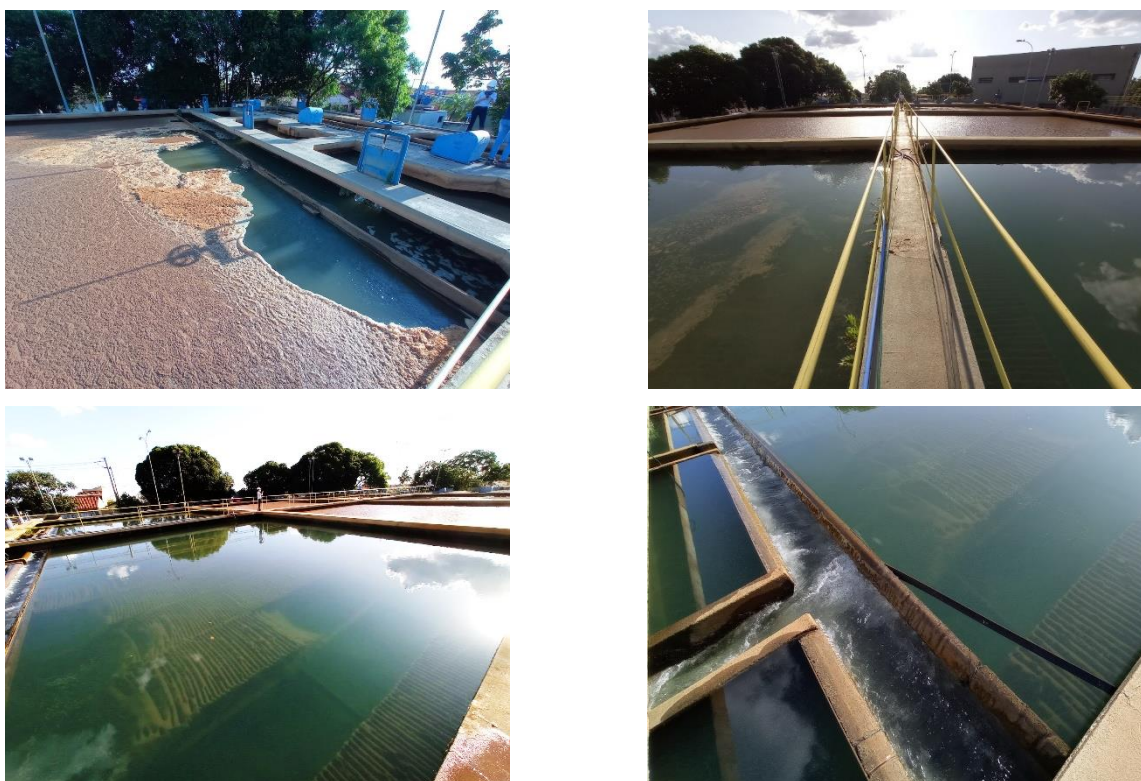


Figura 4.19 – Decantadores convencionais da ETA 2

A taxa de aplicação superficial ($81,73 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) nos decantadores da ETA 2 é superior ao recomendado pela NBR 12.216 ($35 \text{ a } 45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$), para vazão máxima. A velocidade longitudinal encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela NBR (abaixo de $0,75 \text{ cm/s}$).

A elevada taxa de aplicação superficial indica sobrecarga hidráulica no decantador. A instalação de módulos de alta taxa no terço final do decantador auxilia na retenção de algumas partículas, mas não garante a qualidade da água decantada. A condição atual dos módulos está bastante deteriorada e deve ser ajustada com urgência.

Atualmente a limpeza dos decantadores é feita mensalmente, esvaziando totalmente a unidade e utilizando jato de água para a remoção do lodo acumulado.

Tabela 4.28 – Características dos filtros da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Tipo	Rápido Descendente
Número de unidades	10 (7 em funcionamento devido a obra)
Meio Filtrante	Areia (0,25 m) * Antracito (0,75 m) *
Dimensões	4,8 x 6,10 x 3,2 m (C x L x A) *
Área superficial total	292,8 m ² (10 filtros em operação)
Taxa média de filtração	206,6 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	229,51 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	02 e 03
Carreira de filtração	16 – 24 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água
Origem	Reservatório elevado TQ-002 - Gravidade
Volume disponível para lavagem dos filtros	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional*	0,85 m/min

*Referência do projeto de 2009



Figura 4.20 – Filtros da ETA 2

A taxa média de filtração dos filtros da ETA 2 (considerando 10 filtros em operação) é inferior ao recomendado pela NBR 12.216. Ressalta-se que, atualmente, com 7 filtros em operação a ETA 2 trabalha no limite de taxa média de filtração.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

A ausência de lavagem com ar para filtros com meio filtrante duplo não é adequada e pode resultar na formação de bolas de lodo, comprometimento das características do meio filtrante e consequentemente piora da qualidade da água filtrada.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-002 atende a ETA 2 e 3, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

Atualmente os filtros da ETA 2 estão em reforma, com a substituição do fundo por blocos universais.

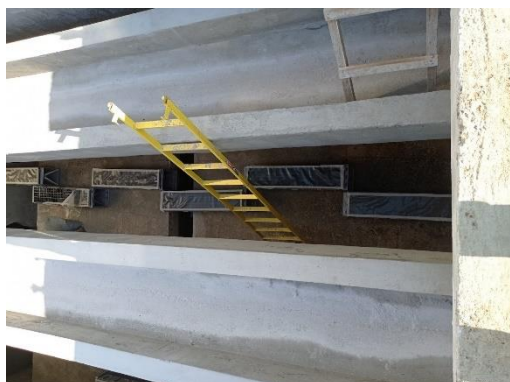


Figura 4.21 - Blocos universais – fundo filtros ETA 2

A estrutura desse tipo de bloco de fundo do filtro proporciona maior resistência, principalmente no momento de retrolavagem. Fabricados em PEAD, com alta resistência a impactos e compressões, e à prova de colapsos. O pequeno espaçamento entre os orifícios de passagem ar/água permite diminuição de perda de carga, inibe a formação de “zonas mortas” no leito filtrante, garante alta eficiência de retrolavagem e prolonga a vida útil do leito filtrante.

Após a instalação dos blocos nos filtros da ETA 2, serão instalados nos filtros da ETA 1, e em seguida da ETA 3.

4.6.5 ETA 3

A ETA 3 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em série cada um, 2 módulos de decantação convencional em paralelo, 1 bateria de 6 filtros.

Tabela 4.29 – Características dos floculadores da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	200 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina Axial
Número de módulos	02
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,7 x 4,7 x 3,9 m
Volume por câmara	86,1 m ³
Volume por modulo de floculação	258,45 m ³
TDH ¹	32 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹
	2ª câmara: 20-50 s ⁻¹
	3ª câmara: 20-40 s ⁻¹

¹ O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (200L/s por módulo) e a possível existência de zonas mortas nos floculadores (25% do volume).



Figura 4.22 – Floculadores da ETA 3

Os floculadores atendem o Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) recomendado (de 20 a 40 min), para a vazão máxima (32 min).

A utilização de floculadores do tipo turbina axial para baixos gradientes de velocidade pode ter baixa efetividade. A realização de ensaios para ajuste do gradiente de velocidade dos floculadores deve ser realizada considerando as características do equipamento instalado, visto a limitação de eficiência em baixos gradientes de velocidade.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comece a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

Tabela 4.30 – Características dos decantadores da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	15,1 m
Largura das câmaras	14,5 m
Área superficial	437,9 m ²
Taxa de aplicação superficial	39,46 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)



Figura 4.23 – Decantadores da ETA 3

A taxa de aplicação superficial nos decantadores convencionais da ETA 3 (39,46 m³/m²/d) estão dentro do limite máximo recomendado pela NBR 12.216 (de 35 a 45 m³/m²/d), para vazão máxima. A velocidade longitudinal também está de acordo com a NBR 12.216 (abaixo de 0,75 cm/s).

A limpeza dos decantadores foi projetada considerando a utilização de removedor de lodo mecanizado móvel por aspiração. Na ocasião da visita em março de 2022 foi informado que o equipamento não conseguiu funcionar corretamente desde sua instalação e encontra-se desativado (mas não removido). A limpeza da unidade é realizada atualmente mensalmente com o esvaziamento completo da unidade, entretanto a dificuldade de remoção hidráulica do lodo impede que a unidade seja limpa por completo.

Tabela 4.31 – Características dos filtros da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Tipo	Rápido Descendente
Número de unidades	06
Meio Filtrante	Areia (0,42-1,41 mm) * Antracito (0,71-2,00 mm) *
Dimensões	6,9 x 4,7 x 2,95 m (C x L x A) *
Área superficial total	194,6 m ²
Taxa média de filtração	88,81 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	106,57 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	03
Carreira de filtração	16 – 24 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água e ar
Origem	Reservatório elevado TQ-002 - Gravidade
Volume disponível para lavagem de 01 filtro	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional*	0,85 m/min

*Referência do projeto de 2009

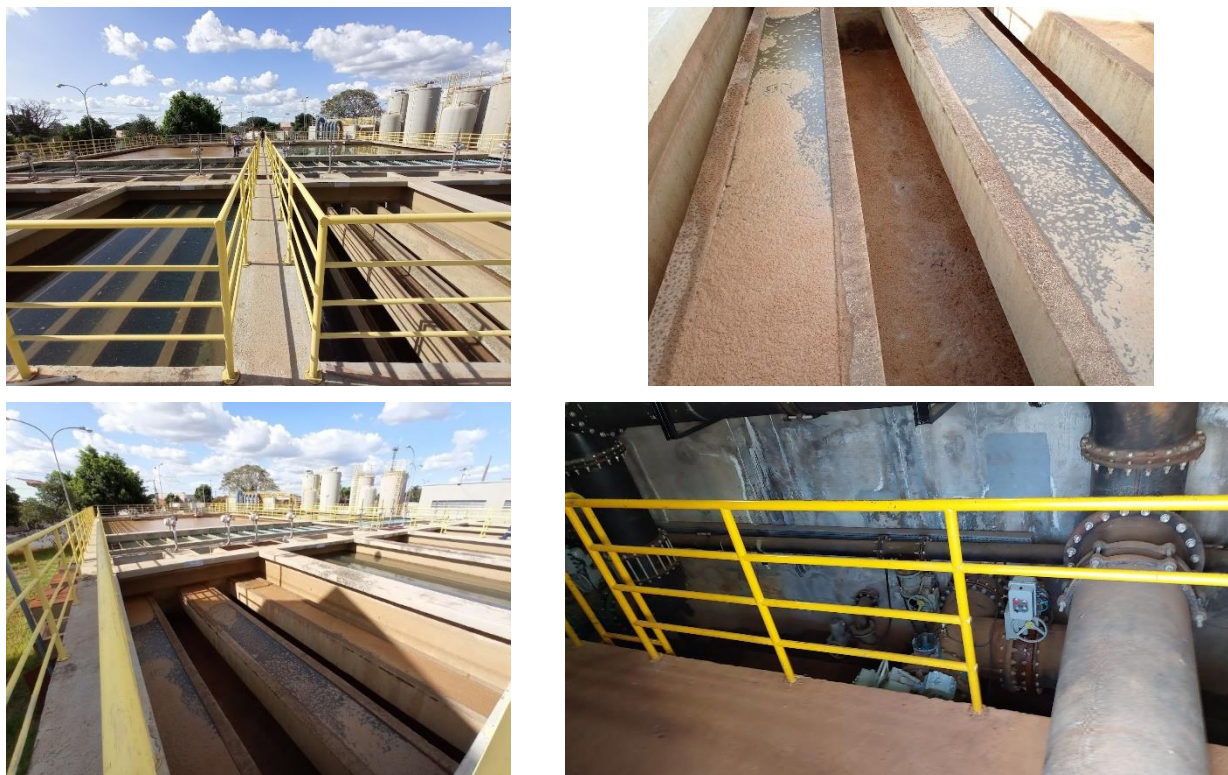


Figura 4.24 – Filtros da ETA 3

Os filtros da ETA 3 apresentam taxa média de filtração relativamente baixa para filtros rápidos descendentes de camada dupla. O sistema de controle dos filtros por taxa declinante variável exige atenção operacional para garantir a ordem de lavagem dos filtros e condições similares de perda de carga entre eles. A falta de controle operacional pode implicar em taxas máximas muito superiores à média em filtros mais limpos, podendo comprometer a qualidade da água filtrada. Não foi possível analisar a qualidade da água filtrada individual de cada filtro por não ter sido disponibilizado o controle operacional.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

Os filtros da ETA 3 são lavados com ar seguido de lavagem com água. A utilização da lavagem com ar é recomendada para filtros com material filtrante de camada dupla.

Em relatos da equipe da operação foi informado que os sopradores tiveram problemas operacionais e acabaram aspirando água após o processo de lavagem. É necessário adequar o sistema prevendo a instalação de tubulação de ar acima do nível de água (“pescoço de ganso”) para evitar o refluxo após as manobras de lavagem.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-002 atende a ETA 2 e 3, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

4.6.6 EEAT

Atualmente, o abastecimento dos CRs é realizado a partir do recalque da própria ETA. Junto a galeria dos filtros estão instaladas bombas de recalque direto para os reservatórios (CR 02, CR 03, CR 04, CR 05 e CR 06), sendo:

- Caixa baixa - Vai para CR 02 por gravidade;
- 2 bombas de 20 CV - Vai para CR 02;
- 2 bombas de 75 VC - Vai para CR 04;
- 1 bomba de 40 CV - Vai para CR 04;
- 2 bombas de 250 CV - Vai para CR 03, CR 04, CR 05;
- 1 bomba de 100 CV - Vai para CR 05;
- 1 bomba de 400 CV - Vai para CR 06.



Figura 4.25 – Elevatórias de água tratada

As adutoras existentes são:

- ✓ Adutoras de Água Tratada: 5 Conexões com as linhas existentes, nos diâmetros: 350, 350 e 350 mm que saem dos recalques da ETA 1 e 350 e 450 mm que saem da ETA 2;

A água tratada é encaminhada para distribuição e abastece os centros de reservação 2, 4, 5 e 6, além dos bairros Parque do Mirante, Conjunto Frei Eugenio, Conjunto Guanabara, Residencial Estados Unidos, Quinta da Boa Esperança e parte do Boa Vista.

4.6.7 NOVA EEAT

Está sendo implantada uma estação elevatória de água tratada próxima ao Tanque de Contato, composta por poço de sucção, bombas para recalque de água tratada, para lavagem e químicos em que havia intenção de encaminhar a água tratada das 03 ETAs diretamente para os CRs, após tratamento no tanque de contato.

A operação da elevatória não foi iniciada, sendo operada apenas as elevatórias individuais de cada ETA.



Figura 4.26 – EEAT desativada

Em visita a ETA, foram observados alguns problemas hidráulicos na concepção da Elevatória implantada. O principal deles se dá pela presença de barrilete único de recalque das bombas com controle de vazão de encaminhamento para os CR por meio de ajuste em válvulas de bloqueio. Tal configuração não é recomendada devido a influência do ajuste de uma válvula na perda de carga das demais e ao gasto energético desnecessário ao introduzir perda de carga na restrição de seção de escoamento pelo fechamento de válvulas.

Recomenda-se avaliar a individualização dos recalques e a utilização de controle de vazão por meio de medidor de vazão associado ao inversor de frequência dos motores das bombas de recalque.

Para que esta unidade seja funcional, devido a paralisações no processo e falhas de concepção, necessita-se de adequações.

4.6.8 SISTEMA DE TRATAMENTO DE LODO

O sistema de tratamento de lodo gerado nas ETAs 1,2 e 3 está sendo implantado no mesmo terreno das ETAs. A obra do STL está atualmente parada devido à problemas com a construtora, não tendo previsão para ser retomada.

O STL projetado é composto por 01 unidade de recepção de lodo (poço de sucção), 02 unidades de recirculação e bombeamento de lodo em paralelo, 01 unidade de equalização e alimentação dos adensadores mecânicos, 04 adensadores mecânicos e 02 desaguadores mecânicos.



Figura 4.27 – Tanques de recepção de lodo e recirculação de lodo



Figura 4.28 – Tanques de equalização e alimentação dos adensadores mecanizados



Figura 4.29 – Unidade de adensamento e desidratação de lodo da ETA

A unidade de adensamento e desidratação de lodo conta com 04 centrífugas instaladas com a função de adensamento do lodo, e outras 02 para desidratação.

Os resíduos desidratados foram projetados para serem removidos em caçambas posicionadas no nível do solo.

4.7 DISTRIBUIÇÃO

A descrição do sistema de distribuição de Uberaba está apresentada na íntegra no Relatório 2 (PR-022-001-PL-HID-MD-002).

O sistema de abastecimento de água de Uberaba é composto por 12 Centros de Reservação (CR). O reservatório 1 localiza-se nas dependências da própria estação de tratamento de água (ETA 1 e 2) e serve como passagem, abastecendo diretamente o CR2, o CR3, o CR4, o CR5 e o CR6; a adutora das duas bombas de 250 cv da ETA é compartilhada entre CR03, CR04 e CR05. O fluxograma apresentado demonstra as interligações entre CRs.

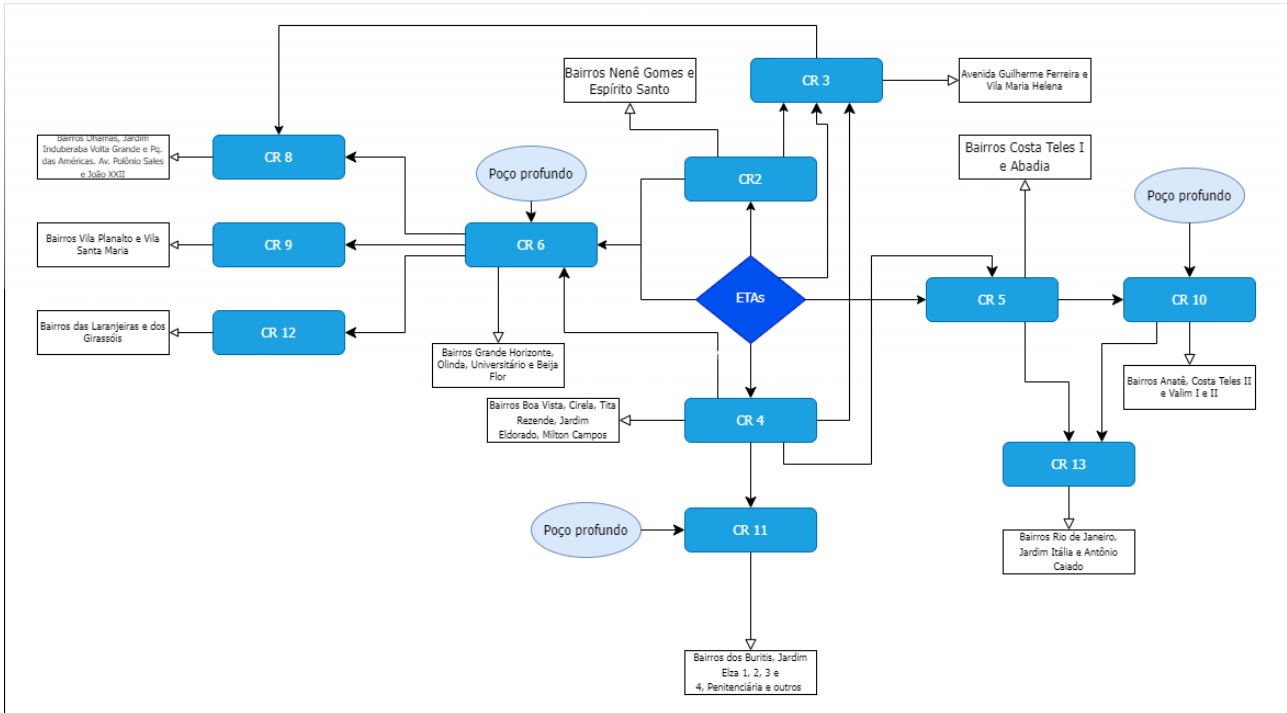


Figura 4.30 – Fluxograma dos CRs do SAA de Uberaba

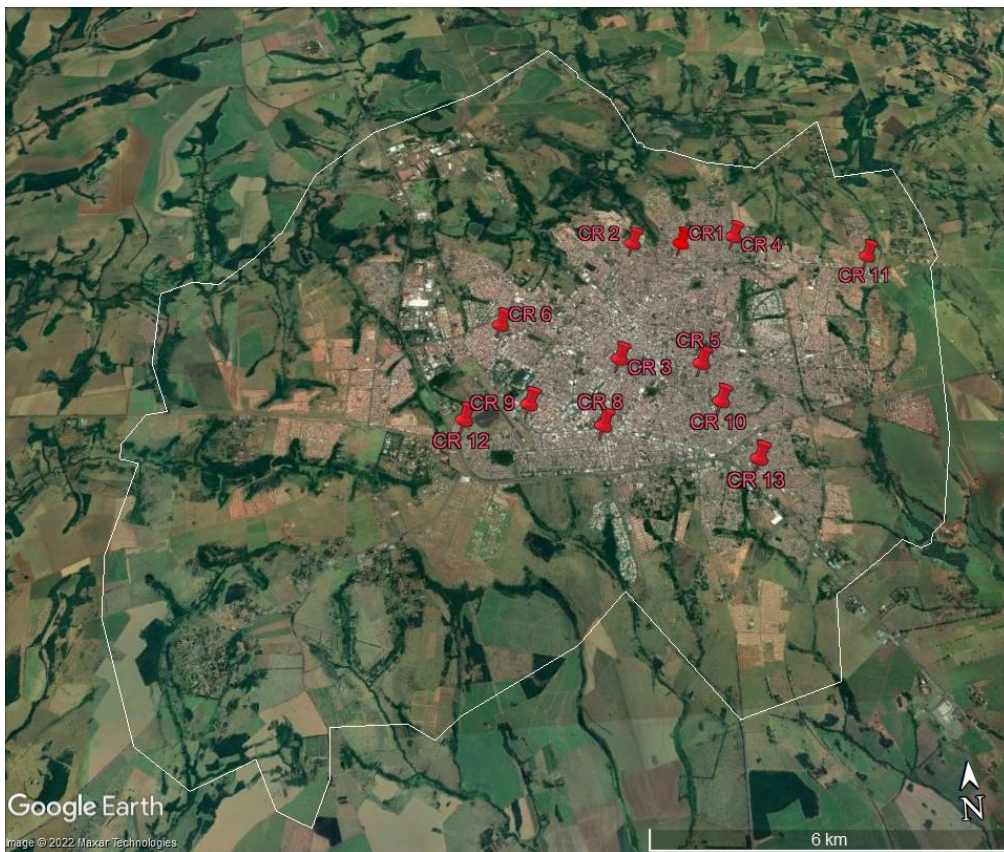


Figura 4.31 – Localização dos centros de reservação da cidade de Uberaba

4.8 BALANÇO HÍDRICO

Para avaliar o déficit de água para abastecimento de Uberaba, o balanço hídrico apresenta cálculos e considerações, contribuindo com a tomada de decisão sobre novos projetos.

O estudo apresentado pelo Relatório 1 (PR-022-001-PL-HID-MD-001-01), considera o crescimento populacional para a projeção da demanda de consumo de água.

A população e a taxa de crescimento foram calculadas e definidas, apresentando crescimento mais acentuado no início de plano (1,23% a.a em 2022) e suavizando no final de plano (0,90% a.a em 2052).

Tabela 4.32 – Resumo da projeção de crescimento populacional – Método Aritmético

Ano	População (hab.)	Taxa de crescimento populacional (% a.a)
2022	334.118	1,23
2025	346.313	1,19
2030	366.638	1,12
2035	386.963	1,06
2040	407.288	1,01
2045	427.613	0,96
2050	447.938	0,92
2052	456.068	0,90

A vazão média de **consumo per capita (183,91 L/hab/dia)** foi obtida a partir do cálculo do consumo médio dos valores micromedidos, no período de 2010 a 2020. O índice médio de perdas na distribuição foi adotado como sendo **taxa de perdas inicial de 40% e reduzindo para 30% ao final de plano.**

Para o cálculo das vazões de demanda, foram utilizadas as médias de consumo per capita do dia de maior consumo e a média dos índices de perdas na distribuição, para vazões médias e do dia de maior consumo. As vazões de captação apresentadas consideram **perdas na ETA (7%)**, além das perdas na distribuição.

Tabela 4.33 – Parâmetros considerados

Consumo de água per capita (L/hab.dia)	183,91
Coefficiente dia de maior consumo – K1	1,2
Coefficiente hora de maior consumo – K2	1,5
Índice de perda no tratamento	7%

Tabela 4.34 - Consumo de água para a área de abastecimento urbano

Ano	Pop. Residente abastecida (hab)	Q consumo (média) (L/s)	Q consumo (dia maior consumo) (L/s)	Índice de Perdas na distribuição (%)	Q captação (média) (L/s)	Q captação (dia maior consumo) (L/s)
2022	334.118	711,19	853,43	40,0	1274,54	1529,45
2032	374.768	797,72	957,26	33,1	1281,71	1538,06
2042	415.418	884,24	1061,09	30,0	1358,29	1629,94
2052	447.938	953,47	1144,16	30,0	1464,62	1757,54

Considerando a demanda de **captação do dia de maior consumo**, como vazão de referência para projeção de captação futura, tem-se vazões de **1529,45 L/s para o ano de 2022, 1538,06 L/s para 2032, 1629,04 L/s para 2042 e 1757,54 L/s para 2052.**

Com relação a ETA de Uberaba, a capacidade nominal de tratamento é de 1300 L/s, e a capacidade de tratamento nominal **atual de 1000 L/s**, com operação em sobrecarga da ETA 1 e 2. A ETA 3 opera abaixo da sua capacidade nominal, requerendo reformas para conseguir voltar à sua capacidade nominal. Apesar das reformas executadas e previstas, a **capacidade de tratamento é insuficiente para tratar a vazão necessária atual para abastecimento de Uberaba (1200 L/s).**

O SAA de Uberaba possui diferentes fontes de captação de água, sendo a captação superficial do rio Uberaba, de rio Claro, e subterrâneo por 3 poços profundos. A outorga do **rio Uberaba é de 1200 L/s**, a outorga coletiva de **rio Claro contempla vazão de até 800 L/s (porém em 2021 a outorga emergencial atribui 500 L/s)**, e a vazão outorgada dos **3 poços soma um total de 137,85 L/s**; totalizando uma **vazão outorgada para abastecimento da cidade de até 1337,5 L/s.**

Tabela 4.35 - Captações de água de Uberaba

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Rio Uberaba	1200	1200	
Rio Claro	500	500 ⁽¹⁾	Em período de estiagem
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR010)	80,56	67,13 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 ⁽²⁾	Obstruído desde fev/2021
Poço profundo (CR13)	-		
Poço profundo (CR14)	-		
Poço profundo (CR15)	-		
Poço profundo (CR16)	-		
Total poços		137,85	
Total SAA Uberaba		1337,85	

Nota 1: a vazão de captação do rio Claro apenas supre a baixa vazão de estiagem do Rio Uberaba e não aumenta a capacidade de captação em si

Nota 2: vazão média diária dos poços, considerando o máximo horário diário de funcionamento conforme a outorga;

Em relação as vazões que são **captadas** atualmente, **no período chuvoso** o rio Uberaba possui vazão suficiente para captação (com vazão outorgada de 1200 L/s), com o auxílio dos poços profundos.

Nos períodos de estiagem as vazões no rio Uberaba chegam a ser inferiores aos valores de outorga sendo insuficientes para abastecimento da cidade. Dessa forma, é **acionada a captação complementar de rio Claro (500 L/s)**. A outorga da captação emergencial de rio Claro foi concedida para a CODAU em 2021 com vazão de 500 L/s. Entretanto, há um severo conflito de utilização do rio Claro, muitas vezes indisponibilizando a captação da vazão outorgada em estiagem, na prática.

Vale ressaltar que atualmente apenas o poço do CR 10 está em operação. Nessas condições, a vazão de captação para abastecimento, atualmente, fica muitas vezes, abaixo de **1000 L/s durante a estiagem severa, apontando grave estresse hídrico e risco de desabastecimento em Uberaba**. Conforme apresentado, mesmo com a construção da barragem prainha, ainda haverá dias que a captação poderá não fornecer água suficiente para o abastecimento (indo de 11,76% para 1,73% com a construção da barragem, **segundo o projeto da mesma**).

Dessa forma, o ano de **2022 já se encontra em déficit de captação (191,16 L/s)**; para o ano de 2032 será necessário aumentar a captação em 200,21 L/s, para 2042 em 292,09 L/s e **para final de plano (2052) em, pelo menos, 419,69 L/s. Considerando que um ou dois poços**

possam entrar em manutenção, recomenda-se que o novo sistema tenha capacidade mínima de 550 L/s.

4.9 ESTUDO DE MANANCIAIS E TRATABILIDADE

O estudo hidrológico do rio Grande e do rio Araguari analisou as vazões, vazão outorgável, vazão outorgada e a disponibilidade hídrica para nova captação de Uberaba.

Tabela 4.36 – Disponibilidade hídrica – mananciais

Manancial	Domínio	Vazão referência	Vazão (m³/s)	Vazão outorgável (Taxa)	Vazão outorgável (m³/s)	Vazão outorgada (m³/s)	Vazão disponível (m³/s)	Vazão captação CODAU (m³/s)
Rio Grande	Federal	Q _{95%}	298,000	ANA- 70%	208,600	0,385	208,215	0,600
Rio Araguari	Estadual	Q _{7,10}	13,424	IGAM- 50%	6,712	0,215	6,500	0,600

A vazão do rio Grande é balizada pela Q_{95%}, sendo 298,00 m³/s, de domínio federal. Sua vazão outorgável é de 70% da Q_{95%}, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA). A vazão outorgável (208,60 m³/s) menos a vazão outorgada a montante (0,385 m³/s) resulta em uma disponibilidade de 208,215 m³/s para uso consultivo. A vazão projetada para captação da CODAU para Uberaba é de 0,600 m³/s. Considerando rio Grande, a captação representa 0,3% da vazão disponível, descontada as vazões outorgadas.

A vazão do rio Araguari é balizada pela Q_{7,10}, sendo 13,424 m³/s, de domínio estadual. Sua vazão outorgável é de 50% da Q_{7,10}, de acordo com o IGAM. A vazão outorgável (6,712 m³/s) menos a vazão outorgada a montante (0,215 m³/s) resulta em uma disponibilidade de 6,500 m³/s para uso consultivo. A vazão projetada para captação da CODAU para Uberaba é de 0,600 m³/s. Considerando rio Araguari, a captação representa 9,2% da vazão disponível, descontada as vazões outorgadas.

Apesar da disponibilidade de vazão de ambos os mananciais, tem-se o conflito pela água bastante presente na região, além da segurança da água. Corpos hídricos com presença de agricultura em

seu entorno ficam vulneráveis a contaminação por químicos, como fertilizantes e defensivos, por infiltração no solo e escoamento superficial pela chuva.

Rio Grande apresenta maior segurança com relação a possibilidade de um impacto, pela maior disponibilidade hídrica e capacidade de diluição. Outro ponto relevante em relação ao rio Grande é a sua capacidade de clarificação natural da água devido as baixas velocidades de escoamento causadas pelas barragens no manancial. A menor quantidade de sólidos na água bruta impacta diretamente na quantidade de lodo gerado na ETA (menor quantidade de massa seca de lodo gerada), possibilitando a diminuição de custos de disposição de lodo. **Assim, tem maior garantia associado a segurança da água, melhor qualidade e menor custo total de tratamento.**

Rio Grande – Tratabilidade

Com relação a tratabilidade da água bruta de rio Grande, tem-se resultados em acordo com a CONAMA Nº 357 / 2005 de todos os parâmetros para rios de Classe II, exceto ferro e sulfeto. Estes contaminantes são facilmente removidos com uso de pré-oxidação e demais etapas de tratamento de água, não representando riscos à água tratada. Os demais resultados de parâmetros orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, padrão de potabilidade (Portaria Nº 888/2021) e organismos fitoplanctônicos estão de acordo com os limites estabelecidos.

O ensaio de pré-oxidação resultou em uma concentração ideal de dosagem de cloro de 2,00 mg/L. O ensaio de coagulação apresentou dosagem ideal de 25 mg/L de PAC, sem adição de alcalinizante (Geocálcio). O ensaio de adsorção resultou em aplicação de 25 mg/L de CAP.

O ensaio de ciclo completo avaliou cenários com aplicação de apenas coagulante (PAC), PAC com cloro, e PAC, cloro e carvão ativado (CAP).

O Jarro nº3, apesar de apresentar pior resultado em relação a decantação (Vs2), obteve o melhor resultado em relação a turbidez da água filtrada, atingindo 0,85 uT. Os valores referentes a cor também foram reduzidos em relação ao Jarro nº2, sendo inferior a 1 uH.

De acordo com a Portaria Nº 888/2021, o valor recomendado de turbidez ao final da filtração no ciclo completo deve ser de no máximo 0,5 uT, para 95% das amostras coletadas. Apesar do ensaio apresentar resultado acima da norma, este indica a possibilidade de tratamento com aplicação

apenas de PAC, na ETA em escala real, irá levar a atingir o valor abaixo do limite de 0,5 uT com facilidade.

Rio Araguari – Tratabilidade

Com relação a tratabilidade da água bruta do rio Araguari, tem-se resultados em acordo com a CONAMA Nº 357 / 2005 de todos os parâmetros para rios de Classe II, exceto ferro. Os demais resultados de parâmetros orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, padrão de potabilidade (Portaria Nº 888/2021) e organismos fitoplanctônicos estão de acordo com os limites estabelecidos.

O ensaio de pré-oxidação resultou em uma concentração ideal de dosagem de cloro de 3,50 mg/L. O ensaio de coagulação apresentou dosagem ideal de 20 mg/L de PAC, sem adição de alcalinizante (Geocálcio). O ensaio de adsorção resultou em aplicação de 25 mg/L de CAP.

O ensaio de ciclo completo avaliou cenários com aplicação de apenas coagulante (PAC), PAC com cloro, e PAC, cloro e carvão ativado (CAP).

O melhor resultado com aplicação apenas de coagulante (PAC), de concentração 20 mg/L, foi obtido no Jarro nº 2 resultando em turbidez final após filtração de 0,58 uT.

Os resultados com a utilização de oxidante e adsorvente apresentaram melhora nos valores de turbidez, cor e COT, apresentando piora em relação ao alumínio residual.

De acordo com a Portaria Nº 888/2021, o valor recomendado de turbidez ao final da filtração no ciclo completo deve ser de no máximo 0,5 uT, para 95% das amostras coletadas. Apesar do ensaio apresentar resultado acima da norma, este indica a possibilidade de tratamento com aplicação apenas de PAC, na ETA em escala real, irá levar a atingir o valor abaixo do limite de 0,5 uT com facilidade.

4.9.1 CONSIDERAÇÕES

- Ambos os mananciais se apresentam como boas alternativas de fontes de água visando a produção de água potável, em termos de qualidade e de quantidade.

- De acordo com a disponibilidade hídrica, da tratabilidade, fator de diluição, segurança da água (qualidade e quantidade) e menor geração de lodo, o rio Grande apresenta melhor alternativa de captação e tratamento na nova ETA a ser construída em Uberaba.
- Ou seja, por questões de segurança da água, o rio Araguari apresenta menor fator de diluição de uma possível contaminação, correndo maior risco se comparado a rio Grande, mesmo este tendo maior exposição.
- Recomenda-se utilização de ETA com tecnologia de ciclo completo, dotada da possibilidade de tratamento avançado sazonal (em algumas épocas do ano) com pré-oxidação e adsorção, como alternativa adequada para o tratamento.

4.10 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O estudo de alternativas foi apresentado na íntegra no Relatório 4 (PR-022-001-PL-HID-MD-004).

As alternativas de abastecimento para o SAA Uberaba partem das seguintes premissas:

- Captação em manancial com capacidade hídrica para as demandas de final de plano;
- Captação em manancial com água de qualidade adequada para tratamento com tecnologias de custo acessível para a população de Uberaba;
- Utilização e recuperação de unidades do SAA existentes que apresentem viabilidade técnica e econômica;
- Tratamento de água de forma contínua atingindo os parâmetros de potabilidade com custo adequado para a população de Uberaba;
- Tratamento dos resíduos gerados no tratamento com custo adequado e destinação da fração líquida e sólida para locais adequados;
- Previsão de possibilidade de parada nas unidades para manutenção preventiva e corretiva sem afetar o abastecimento durante período extenso;
- Diminuição do índice de perdas por meio de setorização e otimização dos encaminhamentos das adutoras.

Analisando os resultados financeiros das alternativas estudadas, conclui-se que, apesar de apresentar maior custo de implantação e de não possibilitar a implantação em etapas ao longo dos anos, a alternativa de captação no rio Grande e construção da nova ETA localizada na região sul de Uberaba destaca-se com maior viabilidade para o atendimento da demanda de abastecimento de Uberaba nos próximos 30 anos. Assim, o relatório final de concepção e plano de investimentos detalha essa alternativa para conclusão do estudo.

5 SIMULAÇÃO HIDRÁULICA

De acordo com a solução adotada (rio Grande), foi estudado e proposto arranjo das unidades de centros de reservação (CRs) do SAA de Uberaba para otimizar o abastecimento total da cidade.

A distribuição de água consiste na divisão das zonas de abastecimento, principalmente com relação às pressões exercidas na rede. De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo. Os limites de pressões são importantes para garantir o abastecimento em todos os pontos da rede (pressão mínima), assim como evitar o vazamento ou rompimento de tubulações (pressão máxima).

5.1 MODELAGEM ESTÁTICA - SETORIZAÇÃO

As pressões analisadas nessa etapa são consideradas como estáticas, em relação apenas a topografia. Nesta etapa não foram consideradas informações relativas às fontes de abastecimento.

A simulação hidráulica foi realizada considerando o abastecimento futuro com as adequações do sistema já estabelecidas.

Assim, os setores e subsetores de cada CR são apresentados.

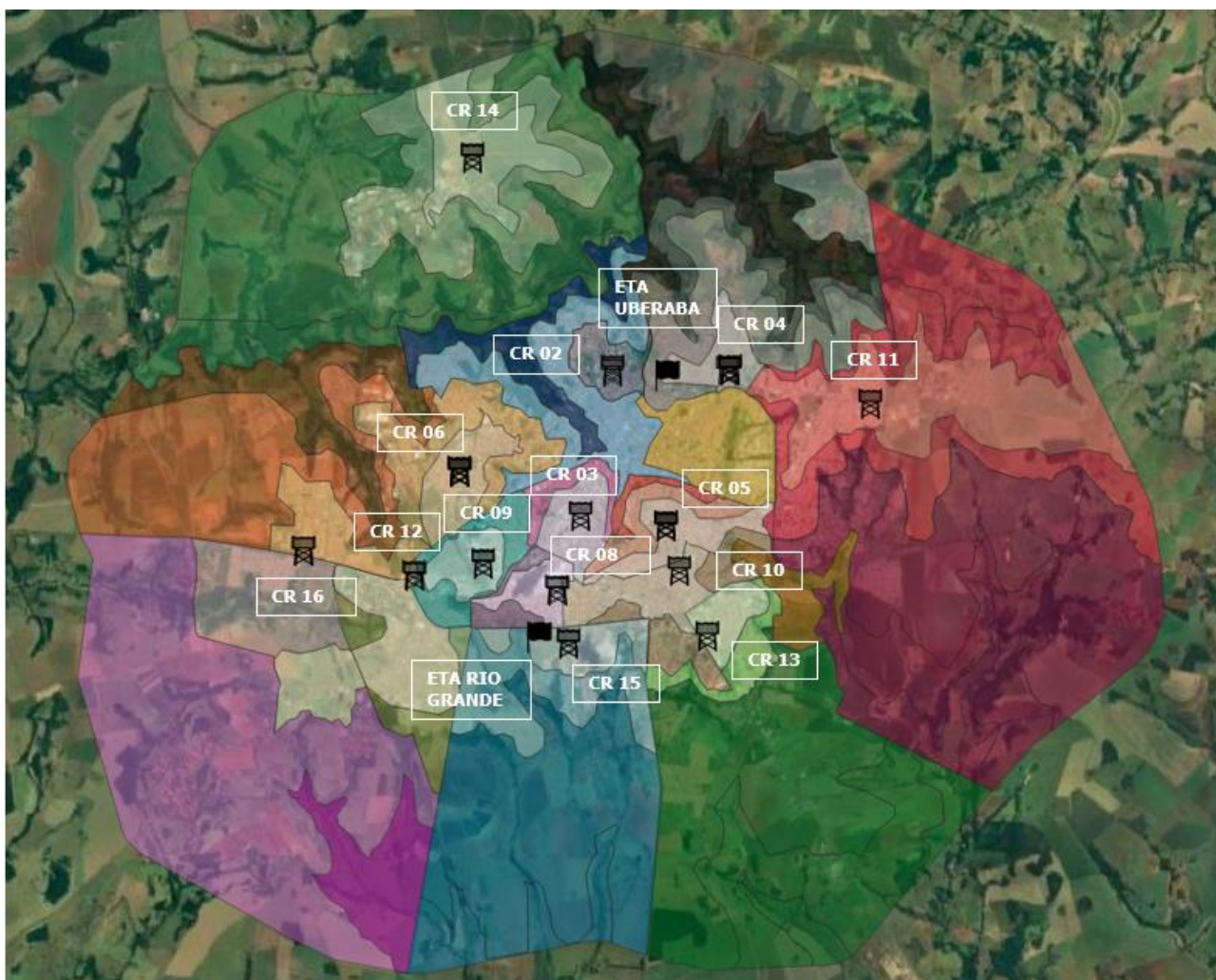


Figura 5.1 – Setores de abastecimento dos CRs

5.1.1 CR 02

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 1 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 2 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.1 – Relação Setor CR02 – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
1	MÉDIA	NÃO
2	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatórios Semienterrados
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.2 – Setores de abastecimento do CR 02

Tabela 5.2 – Cotas e Setores do CR 02

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
02	CASTELO (ELEVADO)	803,0	805,0 – 783,5	-	-
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	803,0	-	783,5 – 752,5	752,5 – 700,0
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	803,0	-	783,5 – 752,5	752,5 – 700,0

A setorização do CR 02 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 803,0 e 783,5 m, zona MÉDIA, abastecida pelos reservatórios semienterrados, entre 783,5 e 752,5 m, e zona BAIXA, com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 752,5-700,0 m.

5.1.2 CR 03

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 1 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.3 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
1	MÉDIA	NÃO



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Semienterrado/Enterrado

Figura 5.3 – Setores de abastecimento do CR 03

Tabela 5.4 – Cotas e Setores do CR 03

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
03	CASTELO (ELEVADO)	795,0	795,0 – 775,5	–	–
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	795,0	–	775,5 – 755,0	–
	RESERVATÓRIO ENTERRADO (B)	795,0	–	775,5 – 755,0	–

A setorização do CR 03 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 805,0 e 775,5 m e zona MÉDIA, abastecida pelos reservatórios enterrado e semienterrado, entre 775,5 e 755,0 m.

5.1.3 CR 04

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.5 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM


LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Setor de Abastecimento - Reservatórios Semienterrados
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.4 – Setores de abastecimento do CR 04
Tabela 5.6 – Cotas e Setores do CR 04

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
04	CASTELO (ELEVADO)	828,0	830,0 – 813,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	828,0	–	813,5 – 790,0	–
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	828,0	–	790,0 – 777,5	777,5 – 730,0
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	828,0	–	790,0 – 777,5	777,5 – 730,0

A setorização do CR 04 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 830,0 e 813,5 m, zona MÉDIA abastecida pelo reservatório apoiado entre 813,5 e 790,0 m, pelos reservatórios semienterrados entre 790,0 e 777,5 m e zona BAIXA, com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 777,5 e 730,0 m.

5.1.4 CR 05

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;

Tabela 5.7 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Setor de Abastecimento - Reservatórios Semienterrados

Figura 5.5 – Setores de abastecimento do CR 05

Tabela 5.8 – Cotas e Setores do CR 05

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
05	CASTELO (ELEVADO)	815,0	820,0 – 800,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	815,0	–	800,5 – 781,0	–
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	815,0	–	781,0 – 765,0	–
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	815,0	–	781,0 – 765,0	–

A setorização do CR 05 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 820,0 e 800,5 m, zona MÉDIA abastecida pelo reservatório apoiado entre 800,5 e 781,0 m, e pelos reservatórios semienterrados entre 781,0 e 765,0 m.

5.1.5 CR06

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.9 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Setor de Abastecimento - Reservatórios Semienterrados
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.6 – Setores de abastecimento do CR 06

Tabela 5.10 – Cotas e Setores do CR 06

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
06	CASTELO (ELEVADO)	805,0	809,5 – 790,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	805,0	–	790,5 – 770,0	–
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	805,0	–	770,0 – 754,5	754,5 – 695,0
	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	805,0	–	770,0 – 754,5	754,5 – 695,0

A setorização do CR 06 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 809,5 e 790,5 m, zona MÉDIA abastecida pelo reservatório apoiado entre 790,5 e 777,0 m, pelos reservatórios semienterrados entre 777,0 e 754,5 m e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão entre 754,5 e 695,0 m.

5.1.6 CR 08

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.11 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado

Figura 5.7 – Setores de abastecimento do CR 08

Tabela 5.12 – Cotas e Setores do CR 08

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
08	CASTELO (ELEVADO)	812,0	812,0 – 797,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	812,0	–	797,5 – 780,0	–

A setorização do CR 08 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 812,0 e 797,5 m e zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 797,5 e 780,0 m.

5.1.7 CR 09

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

. SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);

. SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.13 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado

Figura 5.8 – Setores de abastecimento do CR 09

Tabela 5.14 – Cotas e Setores do CR 09

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
09	CASTELO (ELEVADO)	812,0	812,0 – 797,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	812,0	–	797,5 – 780,0	–

A setorização do CR 09 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 812,0 e 797,5 m e zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 797,5 e 780,0 m.

5.1.8 CR 10

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.15 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
-------	------	-----

CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM


LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.9 – Setores de abastecimento do CR 10

Tabela 5.16 – Cotas e Setores do CR 10

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
10	CASTELO (ELEVADO)	820,0	820,0 – 805,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	820,0	–	805,5 – 782,6	782,6 – 732,6

A setorização do CR 10 apresenta cenário de zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 820,0 e 805,5 m, zona MÉDIA abastecida pelo reservatório apoiado entre 805,5 e 782,6 e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 782,6 e 732,6 m.

5.1.9 CR 11

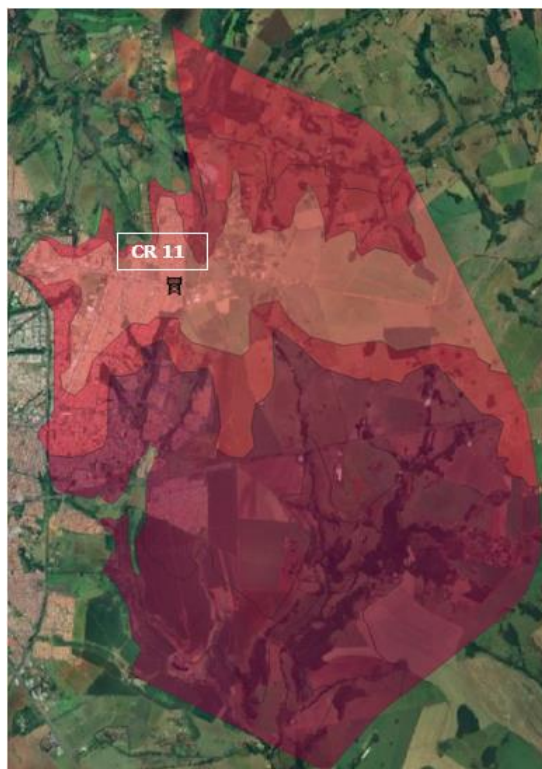
As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.
- . SETOR 4 (ZONA BAIXA- SUBSETOR): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.17 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatórios Elevados
- Setor de Abastecimento - Reservatórios Apoiados
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.10 – Setores de abastecimento do CR 11

Tabela 5.18 – Cotas e Setores do CR 11

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
11	CASTELO (ELEVADO)	837,0	840,0 – 822,5	–	–	–	–
	CASTELO (ELEVADO)	837,0	840,0 – 822,5	–	–	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	837,0	–	822,5 – 799,6	799,6 – 749,6	749,6 – 699,6	699,6 – 660,0
	APOIADO (METÁLICO)	837,0	–	822,5 – 799,6	799,6 – 749,6	749,6 – 699,6	699,6 – 660,0

A setorização do CR 11 apresenta zona ALTA, abastecida pelos reservatórios elevados, entre as cotas 840,0 e 822,5 m, zona MÉDIA abastecida pelos reservatórios apoiados entre 822,5 e 799,6 m

e zonas BAIXAS, abastecidas com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 799,6 e 660,0 m (três subsetores).

5.1.10 CR 12

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);

. SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.19 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado

Figura 5.11 – Setores de abastecimento do CR 12

Tabela 5.20 – Cotas e Setores do CR 12

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo SETOR CASTELO (m)	Intervalo SETOR 2 MÉDIO (m)	Intervalo SETOR 3 BAIXO (m)
12	CASTELO (ELEVADO)	796,0	797,0 – 781,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	796,0	–	781,5 – 760,0	–

A setorização do CR 12 apresenta zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 797,0 e 781,5 m e zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 781,5 e 760,0 m.

5.1.11 CR 13

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 4 (ZONA BAIXA- SUBSETOR): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.21 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.12 – Setores de abastecimento do CR 13

Tabela 5.22 – Cotas e Setores do CR 12

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
13	CASTELO (ELEVADO)	810,0	815,0 – 795,5	–	–	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	810,0	–	795,5 – 772,6	772,6 – 722,6	722,6 – 672,6	672,6 – 635,6

A setorização do CR 13 apresenta zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 815,0 e 795,5 m, zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 795,5 e 772,6 m, e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 772,6 e 635,6 m (três subsetores).

5.1.12 CR 14

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 4 (ZONA BAIXA- SUBSETOR): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.23 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.13 – Setores de abastecimento do CR 14

Tabela 5.24 – Cotas e Setores do CR 14

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
14	CASTELO (ELEVADO)	807,0	810,0 – 792,5	–	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	807,0	–	792,5 – 769,6	769,6 – 719,6	719,6 – 705,0

A setorização do CR 14 apresenta zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 810,0 e 792,5 m, zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 792,5 e 769,6 m, e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 769,6 e 705,0 m (dois subsetores).

5.1.13 CR 15

As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 4 (ZONA BAIXA- SUBSETOR): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.25 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
2	MÉDIA	NÃO
3	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.14 – Setores de abastecimento do CR 15

Tabela 5.26 – Cotas e Setores do CR 15

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
15	CASTELO (ELEVADO)	800,0	805,0 – 785,5	–	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	800,0	–	785,5– 762,6	762,6 – 712,6	712,6 – 675,0

A setorização do CR 15 apresenta zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 805,0 e 785,5 m, zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 785,5 e 762,6 m, e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 762,6 e 675,0 m (dois subsetores).

5.1.14 CR 16

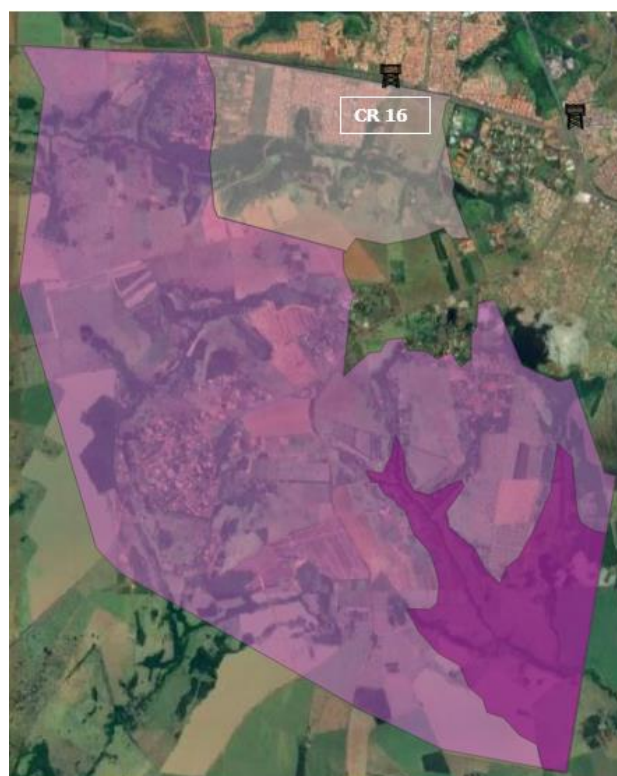
As áreas aproximadas das regiões de abastecimento foram definidas em função dos critérios:

- . SETOR CASTELO (ZONA ALTA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida apenas pelo reservatório Castelo (elevado);
- . SETOR 2 (ZONA MÉDIA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 3 (ZONA BAIXA): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados;
- . SETOR 4 (ZONA BAIXA- SUBSETOR): área com pressão mínima 15 e máxima 50 mca, abastecida pelos reservatórios Semienterrados ou apoiados.

A zona alta é abastecida pelo reservatório elevado (castelo), a zona média pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, sem uso de VRP, atendendo os limites de pressão na rede. A zona baixa pode ser abastecida pelos reservatórios semienterrados ou apoiados, com o uso de VRP ou com caixa de quebra de pressão. Dentro da zona baixa pode-se ter subsetores, em função da topografia.

Tabela 5.27 – Relação Setor – Zona – VRP

SETOR	ZONA	VRP
CASTELO	ALTA	NÃO
1	MÉDIA	NÃO
2	BAIXA	SIM



LEGENDA:

- Setor de Abastecimento - Reservatório Elevado
- Setor de Abastecimento - Reservatório Apoiado
- Subsetor de Abastecimento - VRP

Figura 5.15 – Setores de abastecimento do CR 16

Tabela 5.28 – Cotas e Setores do CR 16

CR	Tipo	Cota Terreno (m)	Intervalo ZONA ALTA (m)	Intervalo ZONA MÉDIA (m)	Intervalo ZONA BAIXA (m)
16	CASTELO (ELEVADO)	780,0	781,0 – 765,5	–	–
	APOIADO (METÁLICO)	780,0	–	765,5 – 742,6	742,6 – 730,0

A setorização do CR 16 apresenta zona ALTA, abastecida pelo reservatório elevado, entre as cotas 781,0 e 765,5 m, zona MÉDIA, abastecida pelo reservatório apoiado, entre 765,5 e 742,6 m, e zona BAIXA, abastecida com uso de VRP ou caixa de quebra de pressão, entre 742,6 e 730,0 m.

5.2 MODELAGEM DINÂMICA – EPANET

Foi elaborada simulação hidráulica dinâmica com o auxílio do software EPANET, a fim de verificar o sistema de distribuição de água tratada em condição dinâmica observando as variações ao longo do dia de consumo. O modelo está disponibilizado em anexo.

5.2.1 CONSIDERAÇÕES

A simulação hidráulica dinâmica foi realizada com duração total de 24h, sendo que as fontes produtoras alimentam os CRs, os quais, por sua vez, interligam-se entre si e abastecem os setores de distribuição.

As fontes produtoras (poços e ETA) foram inseridas no modelo como reservatórios de nível fixo (RNF), por demandarem água continuamente.

Os reservatórios dos CRs foram introduzidos no modelo como reservatórios de nível variável (RNV), por apresentarem limitação na capacidade de armazenamento e variação no volume de água armazenada com o tempo. As alturas de água mínima e máxima de operação foram convenientemente adotadas respeitando as limitações geométricas de cada reservatório.

A interligação do sistema deu-se através das adutoras existentes e projetadas, levando-se em consideração seus comprimentos, diâmetros e materiais. A ausência de cadastro técnico completo fez com que alguns dados fossem adotados.

As vazões de distribuição foram baseadas na segmentação da demanda estimada para atendimento da população por cada centro de reservação. A simulação considerou vazões em dia de maior consumo, de forma a garantir seguramente a vazão média.

A demanda nos bairros foi incorporada ao modelo como um nó de consumo de elevação equivalente à cota do terreno do CR responsável pela distribuição, ou seja, máxima cota de abastecimento e mínima pressão dinâmica. Ressalta-se que, de acordo com a NBR 12.218 / 1994, o limite mínimo de pressão em uma análise dinâmica é de 10 mca.

As áreas internas aos CRs foram modeladas a partir das seguintes considerações:

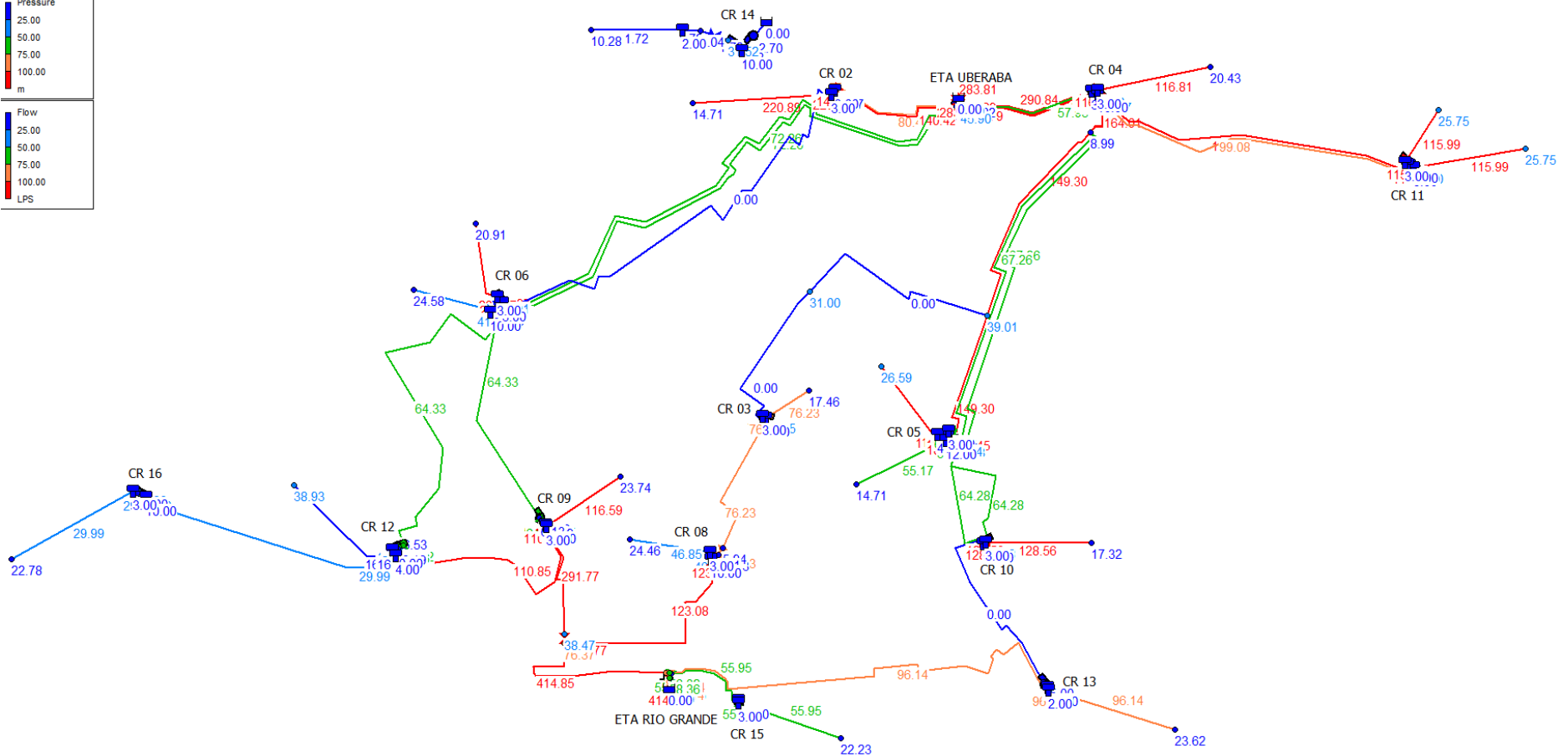
- As quantidades de reservatórios existentes e previstos foram respeitadas, com exceção dos semienterrados, os quais foram modelados como únicos e de capacidade equivalente à quantidade total de reservatórios desse tipo no CR.
- A água recebida nos centros de reservação foi considerada recebida e armazenada nos reservatórios apoiados, enterrados e/ou semienterrados. Os reservatórios apoiados, enterrados e semienterrados participam da distribuição, desde que respeitadas as condições previamente estabelecidas neste relatório.
- Os reservatórios elevados, abastecidos por bombeamento pelos reservatórios de armazenamento (apoiados ou semienterrados), são majoritariamente responsáveis pela distribuição.

5.2.2 RESULTADOS

Com os resultados obtidos pela simulação hidráulica dinâmica, concluiu-se que:

- A implantação da nova fonte produtora equilibrou o sistema de distribuição de água tratada, garantindo a demanda hídrica atual e futura e reduzindo consideravelmente as vazões em adutoras existentes.
- O maior equilíbrio do sistema viabilizou o reaproveitamento de adutoras existentes pelo sistema Rio Grande.
- A água produzida pela ETA Rio Grande abasteceu os CR 03, 06, 08, 09, 12, 13, 15 e 16, considerando as interligações entre eles. Nestes centros de reservação (exceto o CR 06), o abastecimento pela ETA Uberaba não é necessário.
- A previsão da adutora e elevatória reserva do CR 13 ao 10 estabeleceu a possibilidade de realização de futuras manobras emergenciais.
- As velocidades de escoamento retornaram valores satisfatórios, descartando a necessidade de reforço nas tubulações.
- Os volumes dos reservatórios existentes e previstos asseguraram a demanda de armazenamento.

- Não ocorreram pontos de consumo com pressão dinâmica inferior à 10 mca, respeitando o limite normativo.



6 PRÉ DIMENSIONAMENTO

O pré-dimensionamento das unidades teve o foco prioritariamente nas novas unidades, principalmente referentes ao sistema rio Grande.

Ressalta-se que a ausência de cadastro técnico das unidades do SAA limita o nível de detalhamento do projeto das unidades. O cadastro técnico da rede está sendo elaborado por empresa contratada pela CODAU e será fundamental aos projetos futuros de setorização.

Recomenda-se que a solicitação de outorga de captação no Rio Grande seja feita de **imediate para a vazão final de captação (900 L/s)**, deixando garantido o direito de captar a vazão de final de plano.

6.1 CAPTAÇÃO RIO GRANDE

O layout proposto para a nova ETA está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-DE-009-00.

Neste item estão apresentados os principais parâmetros de dimensionamento do SAA Rio Grande para a vazão de 600 L/s. O memorial de cálculo completo está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-MC-002-00.



Canal de Captação

Número de canais	2,0 un.
Largura da do canal	1,50 m
Comprimento do canal	9,60 m
Altura no canal (terreno)	4,80 m
Altura no canal adotada	5,00 m
Cota de Topo (canal)	498,20 m
Velocidade média de aproximação	0,25 m/s
Velocidade mínima de aproximação	0,15 m/s

6.1.2 GRADEAMENTO – GRADE GROSSA

Gradeamento - Grade Grossa

Número de canais	2,0 un.
Largura da grade grossa	1500,0 mm
Comprimento da grade grossa	3405,4 mm
Comprimento da grade grossa adotado	3500,00 mm
Número de barras	18 un.
Espessura da barra grade grosseira	6,35 mm
Espaçamento livre total	1383,8 mm
Distância livre real	80,00 mm
Altura vertical da grande	3,20 m
Ângulo da grade em relação à horizontal	70 °
Coefficiente em função da forma	2,42
Coefficiente Perda de carga grade grosseira	0,08
Nível d'água mínimo	0,93 m
Velocidade média de aproximação	0,43 m/s
Perda de carga grade grosseira limpa	0,0007 m
Velocidade de aproximação 50% obstruída	0,86 m/s
Perda de carga grade 50% obstruída	0,0030 m
Peso da barra por metro	1,27 Kg/m
Peso total Grade grossa	79,1 kg*

6.1.3 GRADEAMENTO – GRADE FINA

Gradeamento - Grade Fina

Número de canais	2,0 un.
Largura da grade fina	1500,0 mm
Comprimento da grade fina	3405,4 mm
Comprimento da grade grossa adotado	3500,00 mm
Número de barras	58 un.
Espessura da barra grade grosseira	6,35 mm
Espaçamento livre total	1133,7 mm
Distância livre real	20,00 mm
Altura vertical da grande	3,20 m
Ângulo da grade em relação à horizontal	70 °
Coefficiente em função da forma	2,42
Coefficiente Perda de carga grade grosseira	0,49
Nível d'água mínimo	0,93 m
Velocidade média de aproximação	0,43 m/s
Perda de carga grade grosseira limpa	0,0047 m
Velocidade de aproximação 50% obstruída	0,86 m/s
Perda de carga grade 50% obstruída	0,0186 m
Peso da barra por metro	1,27 Kg/m
Peso total Grade grossa	249,5 kg*

6.1.4 CAIXA DE AREIA

Caixa de areia (desarenador)

Número de canais	2
Velocidade de sedimentação máxima	0,021 m/s
Área em planta do desarenador	14,29 m ²
Largura caixa de areia	2,00 m
Comprimento mínimo caixa de areia	10,71 m
Comprimento adotado	17,00 m
Velocidade escoamento longitudinal máx.	0,30 m/s
Profundidade mínima da caixa de areia	0,50 m
Profundidade adotada	0,75 m
Vel. de escoamento longitudinal calculada	0,20 m/s
Taxa de aplicação	762 m ³ /m ² /dia

Dimensões da caixa de acúmulo

Largura	2,00 m
Comprimento	5,67 m
Altura	0,50 m
Base maior do poço de acumulação	5,67 m
Base menor do poço de acumulação (C)	0,50 m
Base menor do poço de acumulação (L)	2,00 m
Volume total de acumulação (unitário)	6,46 m ³
Número de caixas de acúmulo	6
Volume total de acumulação	38,8 m ³

Remoção de sólidos

SSd	0,20 mL _{areia} /L		
Vazão de areia	0,12 L _{areia} /s	0,43	m ³ /h
Volume de areia	10.368 L _{areia} /d	10,37	m ³ /d

6.2 ELEVATÓRIAS DE ÁGUA BRUTA

O local exato da captação deve ser definido especificamente na ocasião de projeto, analisando as condições do local para absorver a unidade prevista.

O encaminhamento possível, considerado para a adutora de água bruta foi margeando Av. Filomena Cartafina. A distância aproximada é de 29 km.

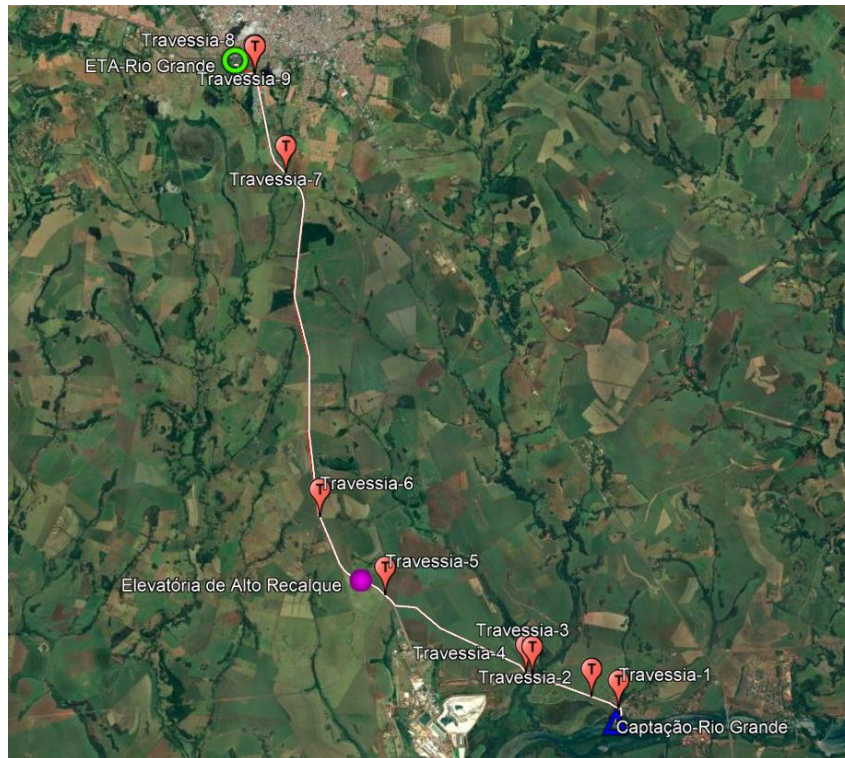


Figura 6.2 – Traçado rio Grande - Nova ETA



Figura 6.3 – Perfil de elevação rio Grande - Nova ETA

Fonte: Google Earth (2022)

Analisando o perfil de elevação observa-se que o desnível entre o ponto de captação e o terreno da ETA é de aproximadamente 300 m.

Devido as pressões na linha de recalque e visando a segurança operacional, optou-se por considerar o recalque em duas etapas.

O sistema consiste em unidade de captação, pré-tratamento e baixo recalque (Trecho 1), sendo o recalque da água pré tratada para o alto recalque. O Trecho 2 consiste no alto recalque, sendo recalcado para a nova ETA.

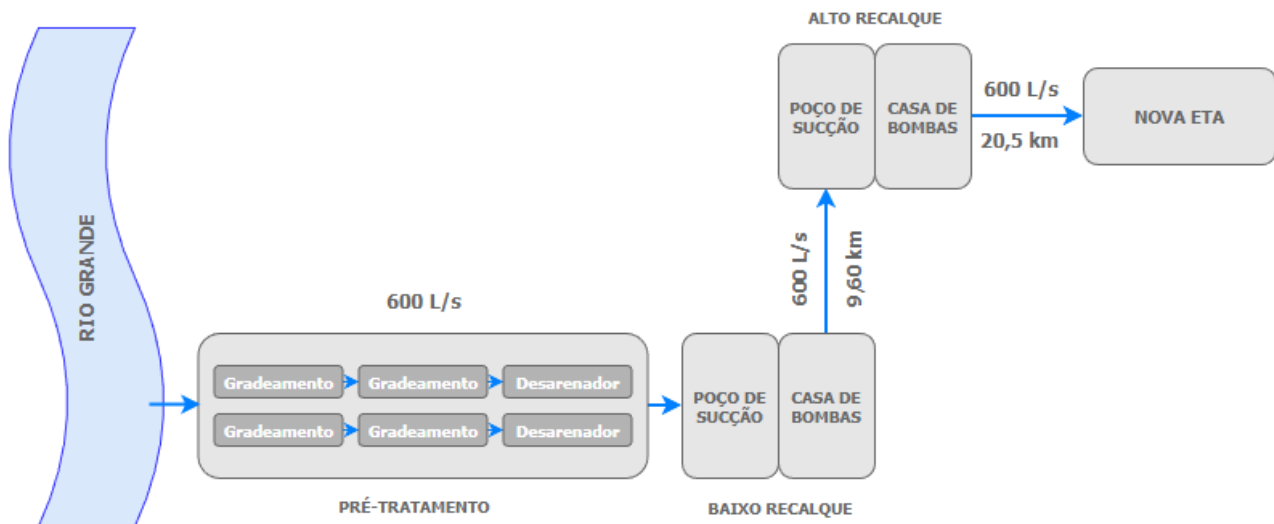


Figura 6.4 – Fluxograma – rio Grande

No percurso da adutora foram identificados 9 pontos de interferência que necessitam de travessia. Ressalta-se que o presente estudo não teve acesso as informações de sondagem do terreno ao longo da adutora. Nas Figuras 6.5 e 6.6 estão apresentados os pontos de travessia identificados.



T1-Córrego



T2- Ponte rodoviária

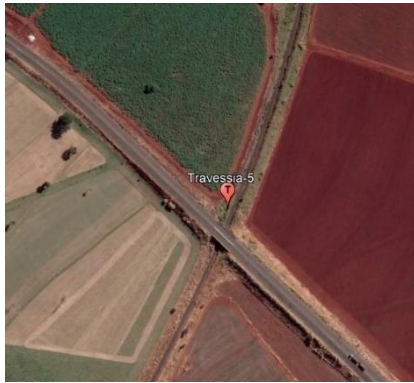


T3- Córrego

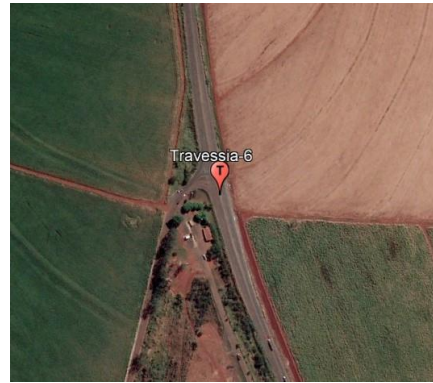


T4- Rodovia

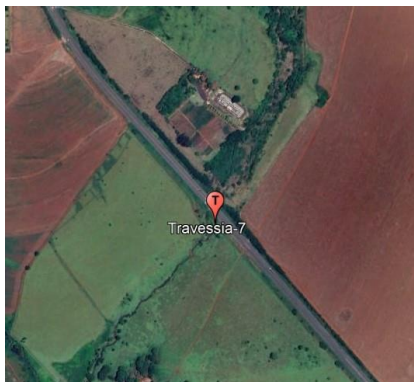
Figura 6.5 – Pontos de travessia da adutora de água bruta



T5-Ferrovia



T6- Rodovia



T7- Córrego



T8 e T9- Rua asfaltada

Figura 6.6 – Pontos de travessia da adutora de água bruta

6.2.1 BAIXO RECALQUE RIO GRANDE

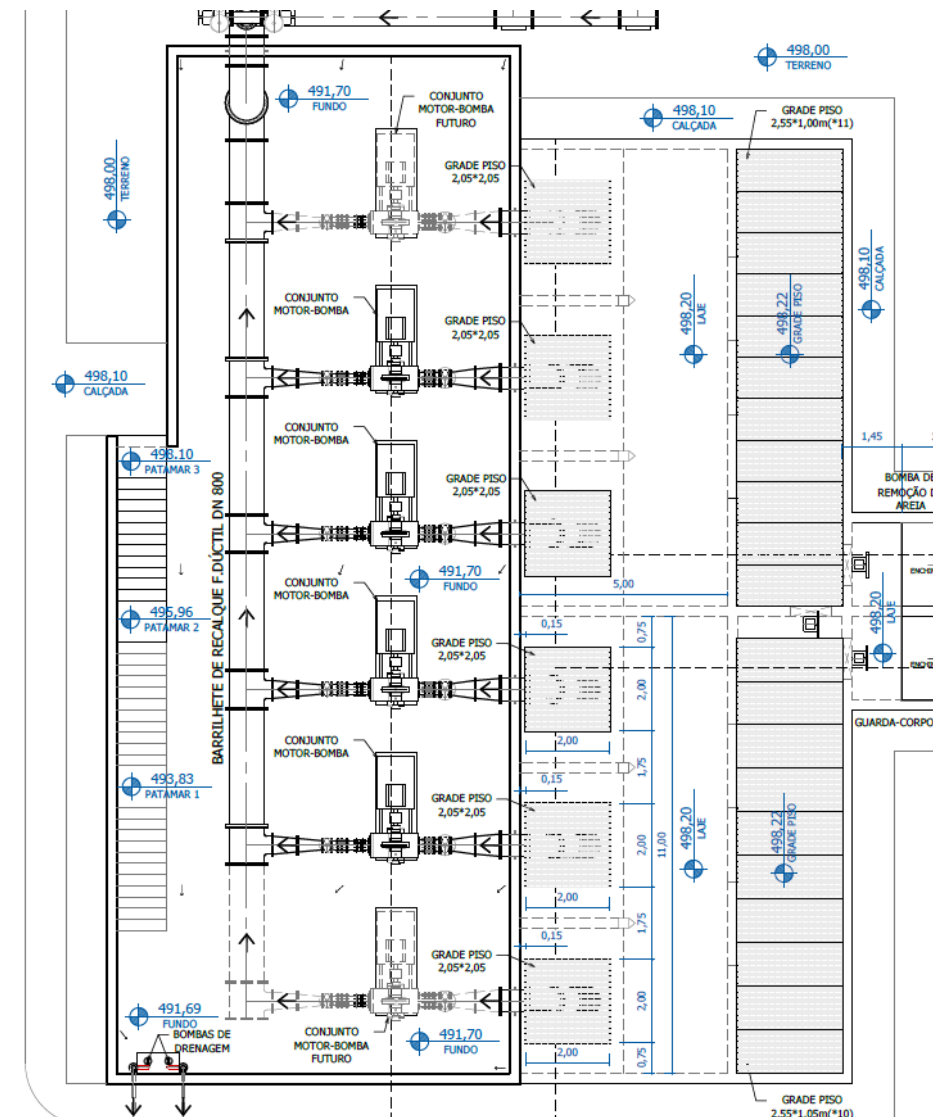


Figura 6.7 – Baixo recalque – Rio Grande

POÇO DE SUÇÃO

Poço de Sucção - Baixo Recalque

Dimensões do Poço

Cota de Topo	498,20	m
Comprimento	22,25	m
Largura	10,00	m
Profundidade Total	7,25	m
Rebaixo	2,25	m
Cota de fundo	490,95	m
NA máximo	5,22	m
NA mínimo	3,18	m
Cota de NA máximo	496,17	m
Cota da NA mínimo	494,13	m
Volume (NA máx)	1161,45	m ³
Volume (NA mín)	707,55	m ³

BOMBEAMENTO

DADOS DO FLUIDO		DADOS DO EQUIPAMENTO	
Temperatura:	25 °C	Vazão de Operação:	2160,00 m ³ /h
Massa específica (ρ):	1000 kg/m ³		600,00 L/s
Viscosidade (μ):	0,001 Pa.s	Altura Manométrica:	173,00 mca
Sólidos suspensos:	0 %	NPSH requerido:	5,00 mca

DADOS DA INSTALAÇÃO

Altitude:	500 m
Pa/γ:	9,79 mca
Pressão de vapor:	0,32 mca
Altura Geométrica de SUCÇÃO Min:	-0,50 m
Altura Geométrica de SUCÇÃO Máx:	-2,04 m
Altura Geométrica de RECALQUE Min:	162,50 m
Altura Geométrica de RECALQUE Máx:	164,61 m

*Valores negativos referem-se à coluna de fluido acima da sucção do equipamento

Tabela 6.1 – Peças por trecho

TRECHO	DN (mm)	Peça
Sucção	500	1 Redução 500 x 250
		1 válvula gaveta
		1 curva 45°
Recalque – Trecho 1	400	1 válvula gaveta
		1 válvula retenção
		Ampliação 400 x 200
Recalque – Trecho 2	800	1 90° Tê Saída Lateral
		Ampliação 800 x 400
Recalque – Trecho 3	800	1 Tê 90° passagem direta
Recalque – Trecho 4	800	2 curvas 90°
		2 válvulas gaveta
		6 Tê 90° passagem direta
		Ampliação 800 x 1000

TRECHO	CARACTERÍSTICAS DA TUBULAÇÃO					CARACTERÍSTICAS DO ESCOAMENTO					PERDA DE CARGA			
	Diâmetro Nominal DN (mm)	Diâmetro Interno DI (mm)	Comprimento (m)	Material	Coefficiente de Rugosidade (m)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Tipo de escoamento	Fator de Atrito (f)	Comprimento Equivalente Acessórios (m)	Comprimento Equivalente Total (m)	Perda de Carga Equipamentos (mca)	Perda de Carga Total (mca)
SUCÇÃO														
1	500	505	2,50	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	1,00	5,043E+05	Turbulento	0,0177	7,11	9,61	0,01	0,02
RECALQUE														
1	400	403,8	2,32	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	1,56	6,306E+05	Turbulento	0,0183	35,11	37,43	0,04	0,25
2	800	807,6	3,33	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	0,39	3,153E+05	Turbulento	0,0170	50,73	54,06	0,00	0,01
3	800	807,6	3,92	Ferro Fundido	2,50E-04	1080,00	0,59	4,730E+05	Turbulento	0,0165	16,93	20,85	0,00	0,01
4	800	807,6	31,89	Ferro Fundido	2,50E-04	2160,00	1,17	9,459E+05	Turbulento	0,0159	138,06	169,95	0,02	0,25
5	1000	1010	10000,00	Ferro Fundido	2,50E-04	2160,00	0,75	7,564E+05	Turbulento	0,0155	0,00	10000,00	0,00	4,38

VERIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

	REQUERIDO	DISPONÍVEL	STATUS
Altura Manométrica Máxima (mca):	169,04	173,00	OK
Altura Manométrica Mínima (mca):	165,39	173,00	OK
NPSH máxima (mca):	5,00	11,48	OK
NPSH mínima (mca):	5,00	9,94	OK

VERIFICAÇÃO DA TUBULAÇÃO

	MÍNIMA	MÁXIMA	REAL	STATUS
Vel. sucção (m/s):	0,25	2,50	1,00	OK
Vel. recalque (m/s):	0,25	3,60	1,56	OK

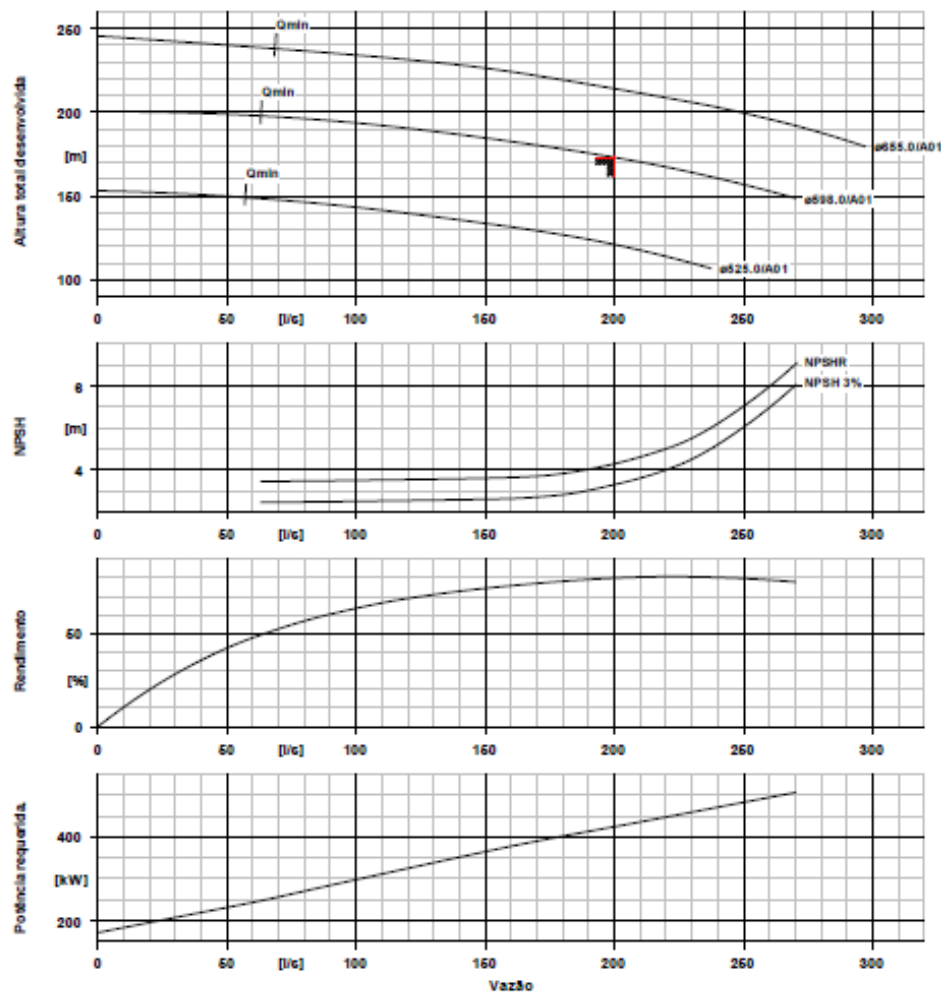
Curva Característica



Nº do item do cliente: 1-BAIXO RECALQU
Encomenda datada: 31/08/2022
Doc. no.: CODAU
Quantidade: 4

Número: ES 8001990600
Item n.º: 100
Data: 31/08/2022
Página: 4 / 14
Versão n.º: 1

Omega 200-670 B SC P F



Dados da curva

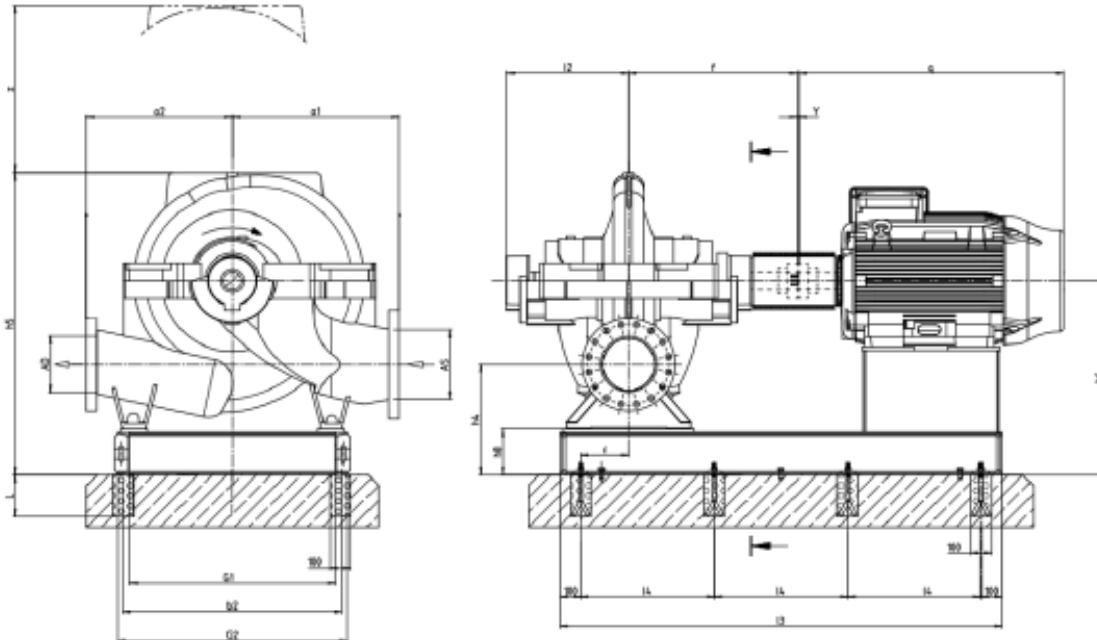
Velocidade da rotação	1793 rpm	Rendimento	79,8 %
Densidade do fluído	998 kg/m ³	Potência absorvida	424,52 kW
Viscosidade	1,00 mm ² /s	NPSHR	4,14 m
Vazão Nominal	200,000 l/s	NPSH 3%	3,65 m
Vazão pretendido	200,000 l/s	Número da curva	K42827/2
Altura total desenvolvida	173,00 m	Diâmetro efetivo do rotor	598,0 mm
Altura manométrica pretendida	173,00 m	Critério de Aceitação	Nenhum; tolerâncias conforme à ISO 9906 2B

16 3412 3995
contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com
São Carlos – SP, Brasil

3E

Omega 200-670 a 250-480



Dimensões dos chumbadores: página 30

Desvios de dimensões permitidas sem indicação de tolerância:

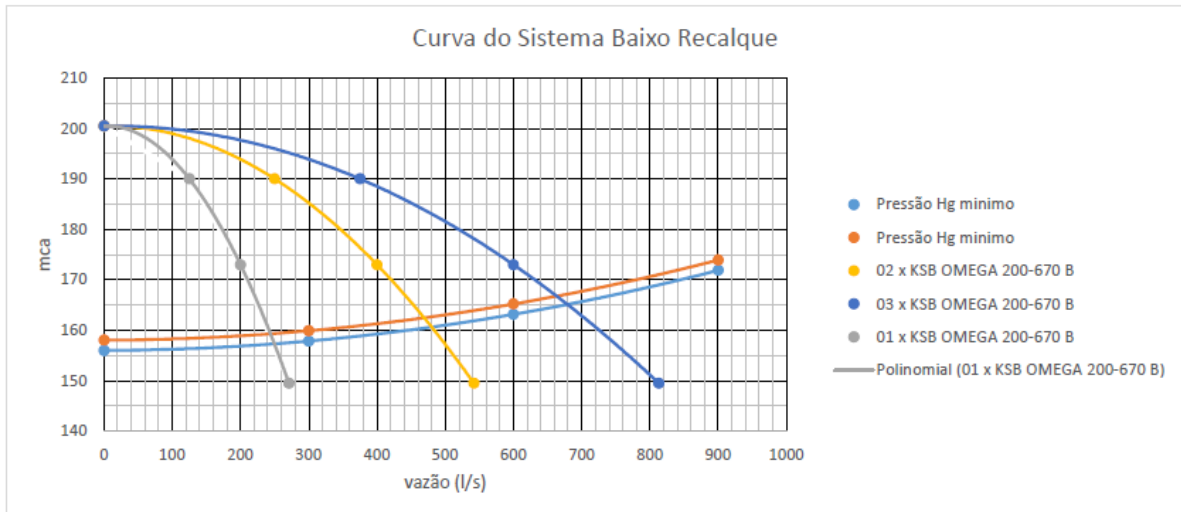
- Geral: ISO 2768 CK
- Alturas da linha de centro do eixo: DIN 747
- Partes soldadas: ISO 13920-B/F
- Posição do flange: ISO 8062-3-DCTG13
- Flanges: conforme norma correspondente
- Chaveta e rasgo de chaveta: DIN 6885, pág. 1
- Diâmetro do eixo (acoplamento): DIN 7155-h6

Informação sobre instalação:

Este desenho é preliminar somente para referência, pois não está em escala. Portanto não deve ser utilizado para construção. As dimensões aplicam à motores Weg W22 60 Hz para carcaças de tamanho até 355M/L.

A tubulação deve ser conectada sem transmitir qualquer tensão. A bomba não deverá ser utilizada como suporte para a tubulação. Os tubos devem ser fixados sem transmitir quaisquer forças, vibrações ou peso do tubo para a bomba. Observe os limites de forças e momentos nos bocais de sucção e descarga. A bomba não deve ser conectada a juntas de expansão não fixadas.

Rejunte todas as áreas da base completamente com concreto anti-retração. Observe a classe de resistência à compressão exigida C25 / 30 do concreto na classe de exposição XC1 conforme EN 206-1.



ADUTORA

A adutora do baixo recalque está dimensionada pelo Trecho 5 apresentado, com DN de 1000 mm e comprimento 10 km.

6.2.2 ALTO RECALQUE RIO GRANDE

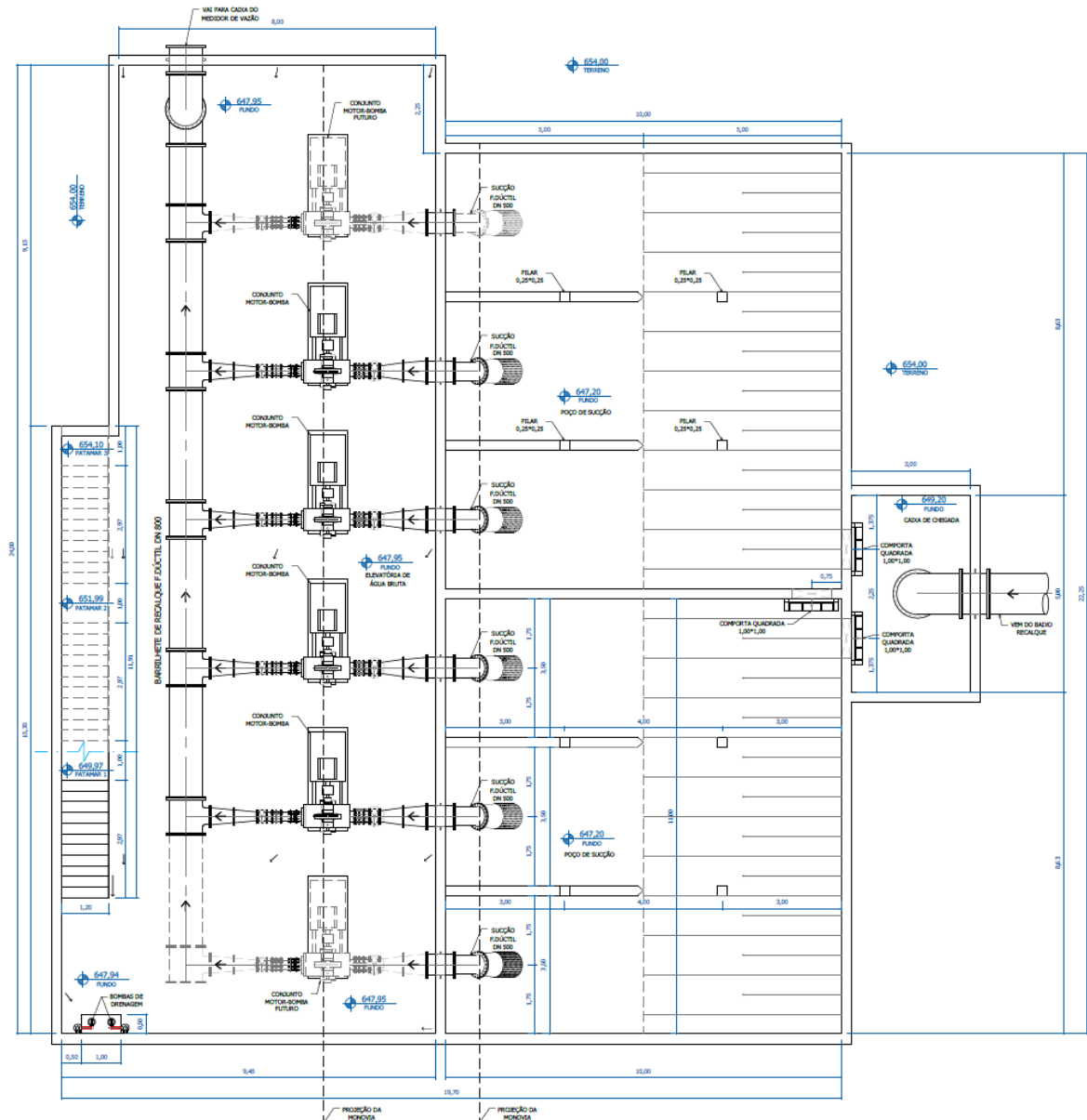


Figura 6.8 – Alto recalque – Rio Grande

POÇO DE SUÇÃO

Poço de Sucção - Alto Recalque

Caixa de quebra de pressão

Comprimento	5,00	m
Largura	3,00	m
Profundidade	4,80	m

Dimensões do Poço

Cota do terreno	654,00	m
Cota de topo	654,20	m
Comprimento	22,25	m
Largura	10,00	m
Rebaixo	2,20	m
Profundidade Total	7,00	m
Cota de fundo	647,20	m
NA máximo	3,93	m
NA mínimo	2,43	m
Cota de NA máximo	651,13	m
Cota de NA mínimo	649,63	m
Volume (NA máx)	874,43	m ³
Volume (NA mín)	540,68	m ³

BOMBEAMENTO

DADOS DO FLUIDO		DADOS DO EQUIPAMENTO		
Temperatura:	25 °C	Vazão de Operação:	2160,00	m ³ /h
Massa específica (ρ):	1000 kg/m ³		600,00	L/s
Viscosidade (μ):	0,001 Pa.s	Altura Manométrica:	173,00	mca
Sólidos suspensos:	0 %	NPSH requerido:	5,00	mca

DADOS DA INSTALAÇÃO

Altitude:	500 m
Pa/γ:	9,79 mca
Pressão de vapor:	0,32 mca
Altura Geométrica de SUCÇÃO Min:	0,20 m
Altura Geométrica de SUCÇÃO Máx:	-1,50 m
Altura Geométrica de RECALQUE Min	150,50 m
Altura Geométrica de RECALQUE Máx	152,20 m

*Valores negativos referem-se à coluna de fluido acima da sucção do equipamento

Tabela 6.2 – Peças por trecho

TRECHO	DN (mm)	Peça
Sucção	500	1 Redução 500 x 250
		1 válvula gaveta
		1 curva 45°
Recalque – Trecho 1	400	1 válvula gaveta
		1 válvula retenção
		Ampliação 400 x 200
Recalque – Trecho 2	800	1 90° Tê Saída Lateral
		Ampliação 800 x 400
Recalque – Trecho 3	800	1 Tê 90ª passagem direta
Recalque – Trecho 4	800	2 curvas 90°
		2 válvulas gaveta
		6 Tê 90ª passagem direta
		Ampliação 800 x 1000

TRECHO	CARACTERÍSTICAS DA TUBULAÇÃO					CARACTERÍSTICAS DO ESCOAMENTO					PERDA DE CARGA			
	Diâmetro Nominal DN (mm)	Diâmetro Interno DI (mm)	Comprimento (m)	Material	Coefficiente de Rugosidade (m)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Tipo de escoamento	Fator de Atrito (f)	Comprimento Equivalente Acessórios (m)	Comprimento Equivalente Total (m)	Perda de Carga Equipamentos (mca)	Perda de Carga Total (mca)
SUCÇÃO														
1	500	505	2,50	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	1,00	5,043E+05	Turbulento	0,0177	7,11	9,61	0,01	0,02
RECALQUE														
1	400	403,8	2,32	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	1,56	6,306E+05	Turbulento	0,0183	35,11	37,43	0,04	0,25
2	800	807,6	3,33	Ferro Fundido	2,50E-04	720,00	0,39	3,153E+05	Turbulento	0,0170	50,73	54,06	0,00	0,01
3	800	807,6	3,92	Ferro Fundido	2,50E-04	1080,00	0,59	4,730E+05	Turbulento	0,0165	16,93	20,85	0,00	0,01
4	800	807,6	31,89	Ferro Fundido	2,50E-04	2160,00	1,17	9,459E+05	Turbulento	0,0159	138,06	169,95	0,02	0,25
5	1000	1010	21000,00	Ferro Fundido	2,50E-04	2160,00	0,75	7,564E+05	Turbulento	0,0155	0,00	21000,00	0,00	9,21

VERIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO				
	REQUERIDO	DISPONÍVEL	STATUS	
Altura Manométrica Máxima (mca):	162,15	173,00	✓	OK
Altura Manométrica Mínima (mca):	158,75	173,00	✓	OK
NPSH máxima (mca):	5,00	10,94		OK
NPSH mínima (mca):	5,00	9,24		OK

VERIFICAÇÃO DA TUBULAÇÃO				
	MÍNIMA	MÁXIMA	REAL	STATUS
Vel. sucção (m/s):	0,25	2,50	1,00	OK
Vel. recalque (m/s):	0,25	3,60	1,56	OK

Folha de dados



Nº do item do cliente: Alto recalque
Encomenda datada: 31/08/2022
Doc. no.: CODAU
Quantidade: 4

Número: ES 8001990600
Item n.º: 200
Data: 31/08/2022
Página: 8 / 14

Omega 200-670 B SC P F

Versão n.º: 1

Dados de funcionamento

Vazão pretendido	200,000 l/s	Vazão Nominal	200,018 l/s
Altura manométrica pretendida	177,00 m	Altura total calculada	177,03 m
Fluido bombeado	Água	Rendimento	80,0 %
	Água limpa	Potência absorvida	433,05 kW (588,95 CV)
Indicações detalhadas para produto bombeado	Não contendo substâncias químicas e mecânicas que afetem os materiais	Velocidade de rotação da bomba	1793 rpm
Temperatura ambiente máxima	20,0 °C	NPSH 3%	3,63 m
Temperatura ambiente mínima	20,0 °C	NPSH requerido	4,13 m
Temperatura do Fluido	20,0 °C	Pressão de recalque	17,33 bar.g
Densidade do fluido	998 kg/m³	Pressão de operação (para a condição indicada)	19,98 bar.g
Viscosidade do fluido	1,00 mm²/s	Altura de Shutoff	204,16 m
Pressão máxima de sucção	0,00 bar.g	Fluxo mínimo permitido para operação contínua estável	63,580 l/s
Taxa de vazão mássica	199,62 kg/s	Fluxo de massa mínima permitida para uma operação contínua estável	63,45 kg/s
Potência máxima no diâmetro nominal	519,74 kW (706,85 CV)	Projeto	Sistema simples 1 x 100 %
Fluxo de massa máxima admissível	272,32 kg/s		

Projeto

Bomba standard	Bombas de voluta bipartida da KSB	Diâmetro mínimo do rotor	525,0 mm
A potência de uma bomba é influenciada por determinados aspectos da fabricação bem como pela qualidade dos materiais utilizados (rugosidade da superfície de peças fundidas, tolerâncias de fundição, etc.). As etapas de fabricação válidas na opção "versão aperfeiçoada" vão além daquelas para versões padrão e servem para melhoria da potência da bomba.		Rotor no diâmetro máximo	655,0 mm
Projeto	Bomba e motor montado na mesma base (3E)	Dimensão da passagem livre	12 mm
Tipo de instalação	Horizontal	Sentido de rotação do motor	Sentido Horário
Versão aperfeiçoada	Yes	Selo de Mancais lado motor	Retentor
Flange de Sucção (AS) usinado + vedação da face conforme	EN 1092-2 / DN 250 / PN 25 21A / FF	Tipo de rolamento do lado do motor	Rolamentos anti-fricção
Flange de recalque (AD) usinado + face vedada conforme	EN 1092-2 / DN 200 / PN 25 21A / FF	Tipo de lubrificação lado do motor	Graxa
Vedação	Cordão de gaxetas	Vedação do rolamento, lado motor	Retentor
Fabricante do selo mecânico	KSB	Tipo de rolamento do lado do recalque	Rolamentos anti-fricção
Tipo da vedação	RT-P	Lubrificação do Rolamento na extremidade	Graxa
Plano de selagem	PE cordão de gaxeta (circulação externa)	Conexão para Medição da temperatura	Com
Anel Desg. do Corpo	Anel Desg. do Corpo	Sensor de temperatura PT100 no lado do motor	Sem
Tipo do anel de desgaste	Projeto padrão	Conexão para instalação do medidor de vibração	Com
Diâmetro do rotor	603,0 mm	Cor	Azul ultramarino (RAL5002) azul-KSB

Curva Característica

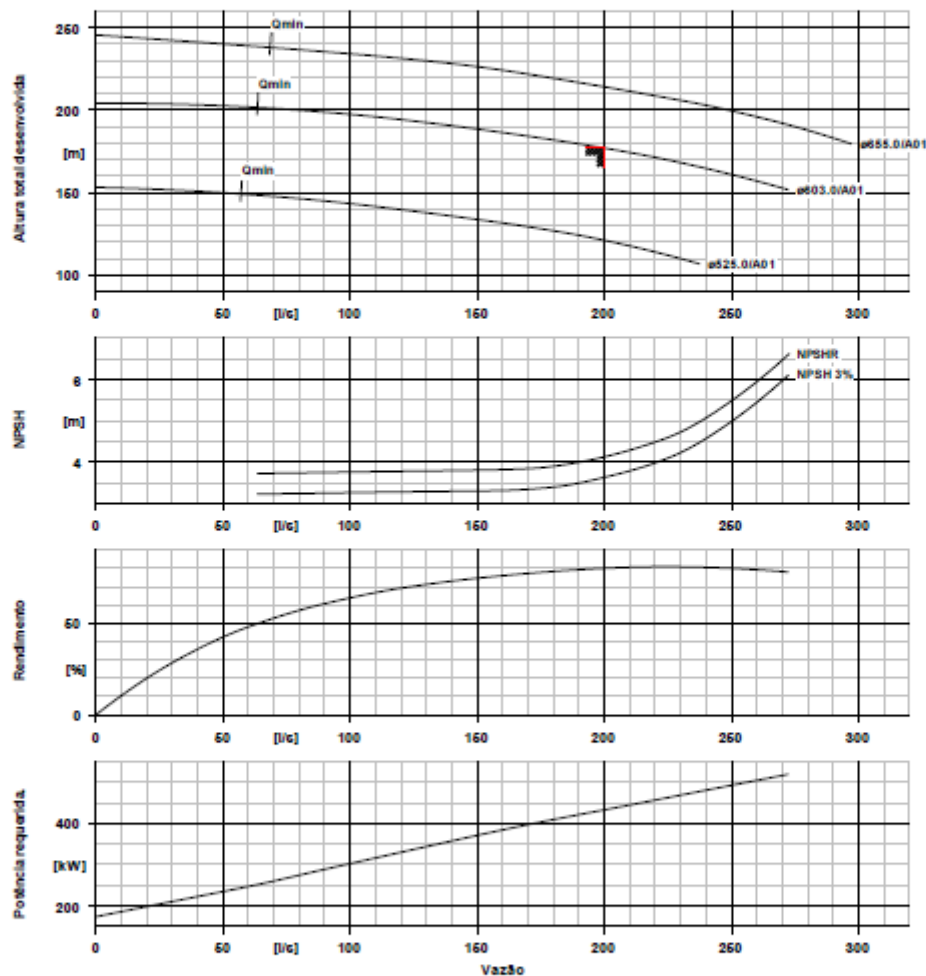


Nº do item do cliente: Alto recalque
Encomenda datada: 31/08/2022
Doc. no.: CODAU
Quantidade: 4

Número: ES 8001990600
Item n.º: 200
Data: 31/08/2022
Página: 11 / 14

Omega 200-670 B SC P F

Versão n.º: 1

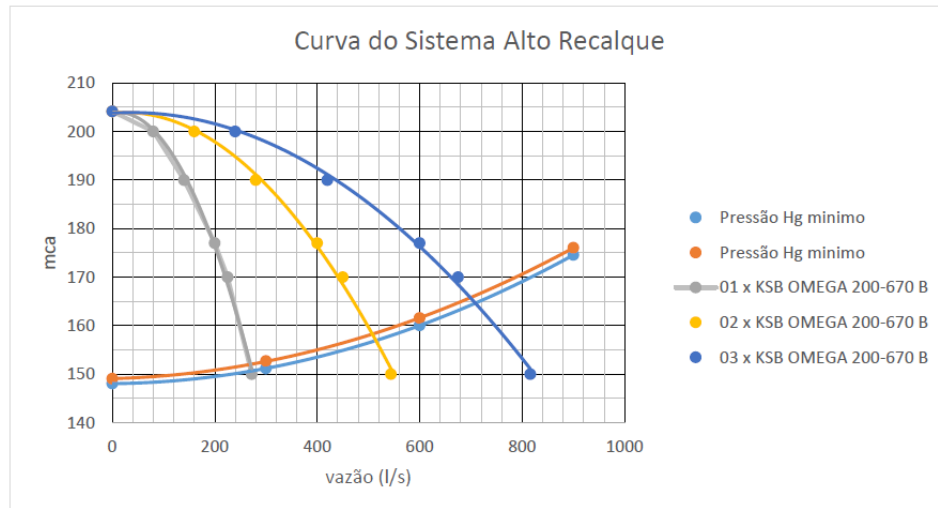


Dados da curva

Velocidade da rotação	1793 rpm	Rendimento	80,0 %
Densidade do fluído	998 kg/m ³	Potência absorvida	433,05 kW
Viscosidade	1,00 mm ² /s	NPSHR	4,13 m
Vazão Nominal	200,000 l/s	NPSH 3%	3,63 m
Vazão pretendido	200,000 l/s	Número da curva	K42827/2
Altura total desenvolvida	177,00 m	Diâmetro efetivo do rotor	603,0 mm
Altura manométrica pretendida	177,00 m	Critério de Aceitação	Nenhum; tolerâncias conforme à ISO 9906 2B

16 3412 3995
contato@projetae.com

[f](#) [in](#) /projetae | www.projetae.com
São Carlos – SP, Brasil



ADUTORA

A adutora do baixo recalque está dimensionada pelo Trecho 5 apresentado, com DN de 1000 mm e comprimento 21 km.

6.3 ETA RIO GRANDE

A nova ETA foi considerada com a tecnologia de ciclo completo, com base nos resultados obtidos no estudo de tratabilidade dos mananciais rio Grande e rio Araguari. A vazão nominal de tratamento considerada para a nova ETA foi de 600 L/s, com capacidade de expansão para 900 L/s.

A ETA foi concebida em com 3 módulos de 200 L/s, contemplando mistura rápida, flocluladores mecanizados, decantadores de alta taxa, filtros rápidos de camada dupla com lavagem com ar e água.

O parque de químicos foi considerado com a implantação de alcalinizante (geocálcio), oxidante (hipoclorito de sódio), coagulante (PAC), fluoretante (ácido fluossilícico) e auxiliares de floclulação (polímero). As unidades foram consideradas com armazenamento de pelo menos 10 dias e com sistema de dosagem por bombeamento com equipamento reserva.

No terreno da ETA também foram consideradas a implantação da estação de tratamento de resíduos e um centro de reservação e distribuição.



Figura 6.9 – Região proposta para implantação da nova ETA

O layout proposto para a nova ETA está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-DE-009-00.

Neste item estão apresentados os principais parâmetros de dimensionamento da ETA para a vazão de 600 L/s. O memorial de cálculo completo está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-MC-002-00.

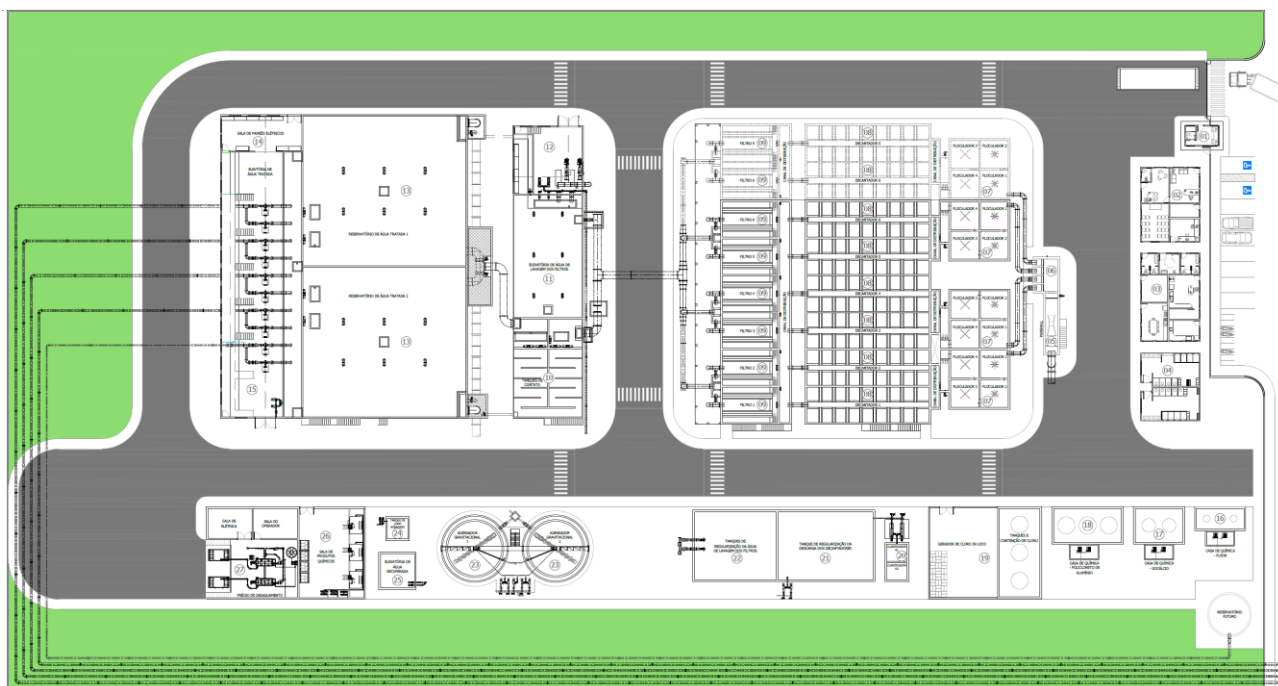


Figura 6.10 – Layout geral da ETA Rio Grande

6.3.1 MISTURA RÁPIDA

Calha Parshall

Tamanho garganta

0,61 m

Calha Parshall - Parâmetros

Ha	0,571 m
D'	1,008 m
Va	1,042 m
Energia total disponível na seção Ha (E _t)	0,856 m
φ	136,35 °
V1	3,32 m/s
y1	0,294 m
Fr1	1,95
y3	0,679 m
y2	0,526 m
V2	1,25 m/s
En	0,10
Perda de carga	0,406 m
Tmr	0,40 s
Gradiente médio de velocidades	1538,73 s-1

16 3412 3995
contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com
São Carlos – SP, Brasil

6.3.2 FLOCULADORES

Geometria básica

Número de unidades em paralelo	3
Número de câmaras em série	4
Largura da câmara (Lf)	4,10 m
Comprimento da câmara	4,10 m
Altura útil da câmara (Pf)	4,50 m
Altura N.A.	4,50 m
Largura da Parede Interna	0,25 m
Largura da Parede Externa	0,25 m

Parâmetros operacionais

Tempo de floculação	25 min
Checagem TDH	25 min

RESULTADOS DOS FLOCULADORES TIPO TURBINA

Dados do equipamento

Tipo:	axial
Paletas:	paletas inclinadas a 32°
Diâmetro do rotor:	1,50 m

Verificações

$2,0 \leq Lf/Dax \leq 6,6$	→	Lax/Dax	3,42
$2,7 \leq Pf/Dax \leq 3,9$	→	Pax/Dax	3,75
$0,9 \leq hax/Dax \leq 1,1$	→	hax/Dax	1,00

Potência útil

Mínima	31,0 N.m/s
Máxima	230,0 N.m/s

Potência do motor

Potência do motor	0,70 cv
Potência do motor (adotada)	1,00 cv

Número de rotações

Mínima	8,00 rpm
Máxima	18,00 rpm

Foculadores tipo paletas paralelas ao eixo vertical

Nº conjunto de braços	1
Nº de braços	4
Nº de paletas	2
Ss	0,25 m
Si	0,35 m
Largura paletas (hp)	0,20 m
Distância entre paletas (dp)	0,20 m
Diâmetro do rotor (Dr)	3,40 m

Gradientes de velocidade

G max	40,00 s ⁻¹
G min	10,00 s ⁻¹

Dados do equipamento:

Número de conjunto de braços:	1
Número de braços:	4
Número de paletas:	2
Distância entre a extremidade superior da paleta e o NA (Ss):	0,25 m
Distância entre a extremidade inferior da paleta e o fundo (Si):	0,35 m
Comprimento paletas (bp):	3,90 m
Largura paletas (hp):	0,20 m
Distância entre paletas (dp):	0,20 m
Diâmetro do rotor (Dr):	3,40 m

6.3.3 DECANTADORES

Geometria básica - Decantador de alta taxa

Número de decantadores	6
Número de canais por decantador	1
Número de câmaras por canal	2
Largura total interna	5,20 m
Comprimento total interno	18,00 m
Largura interna do canal central	0,80 m
Parede	0,20 m
Largura útil	4,00 m
Largura Câmara	2,000 m
Área útil de decantação por unidade	69,60 m ²
Altura total	5,10 m

Módulos de decantação

Comprimento dos módulos	1,20 m
ângulo dos módulos	60 °
Zona Morta	0,600 m
Altura vertical	1,145 m
Área de escoamento líquida inclinada por decantador	60,28 m ²
V _{esc.horizontal}	0,0017 m/s
V _{esc.horizontal}	10,286 cm/min
Velocidade de sedimentação	1,42 cm/min
Taxa de aplicação	128,28 m ³ /m ² /d

Dutos de distribuição

nº de dutos por decantador	1
Vazão por duto	103,33 L/s
Comprimento	18,00 m
Largura inicial	0,80 m
Altura inicial	1,3 m
Área inicial	1,04 m ²
Velocidade inicial	0,10 m/s
Cd	0,61
Δh	0,001 m
Largura final	0,80 m
Altura final	0,20 m

Orifícios de distribuição

nº de lados do duto com orifícios	2
nº de orifícios por lado	30
nº de orifícios por duto	60
diâmetro	0,10 m
espaçamento	0,60 m
Área orifício	0,01 m ²
Vazão orifício	0,0017 m ³ /s
Velocidade orifício	0,22 m/s
Área total orifícios	0,47 m ²
Relação área orifício/área duto	0,45
Cd	0,61
Δh	0,00659 m

Coleta de água decantada

nº de calhas por lado do canal	5
nº de calhas por decantador	10
Vazão por calha	0,0103 m³/s
Comprimento	2,23 m
Largura	0,25 m
Altura	0,33 m
Altura da lâmina líquida máxima no interior das calhas	0,10 m
Folga	0,23 m
Vazão linear	4,64 L/s.m
Largura vertedor triangular	0,10 m
Espaçamento	0,15 m
nº vertedores por calha	16
nº total de vertedores	160
Vazão por vertedor	0,00065 m³/s
Perda de carga nos vertedores	0,046 m

Poço de lodo

nº de tubulações de descarga por câmara	30
nº de tubulações de descarga por decantador	60
Espaçamento	0,6
Largura base	0,25 m
Inclinação adotada	59,7 °
Largura topo	2,00 m
Altura	1,50 m
Volume total por câmara	30,38 m³
Volume total por decantador	60,75 m³
Altura de rebaixamento de água	0,84 m
Carga hidráulica	3,42 m

6.3.4 FILTROS

Dados de projeto

Vazão Média	600,00 L/s	0,6000 m³/s	2160,00 m³/h
Vazão máxima - com recirculação	620,00 L/s	0,6200 m³/s	2232,00 m³/h
Tempo de funcionamento	24 h		
Meio Filtrante a ser utilizado	Dupla Camada (areia e antracito)		

Quantidade de filtros	6
-----------------------	---

Geometria básica

Largura da câmara filtrante	5,20 m	
Comprimento da câmara filtrante	7,00 m	
Área filtrante	36,40 m²	
Taxa média de filtração	245 m³/m²/d	10,22 m/h

Fundo do filtro

Tipo	Bloco universal
Comprimento da linha lateral	7,000 m
Fileira de blocos	8
Abertura por fileira	3
Comprimento da abertura	0,100 m
Largura da abertura	0,100 m
Área da abertura	0,010 m²

Camada Suporte de Pedregulho

Tamanho do Menor Grão	1,68 mm
Tamanho do Maior Grão	19,00 mm
CD	0,61
Massa específica aparente	1430,0 kg/m³
Massa específica real	2600,0 kg/m³
Porosidade	0,45
Coeficiente de esfericidade	0,7
Espessura da camada	0,300 m
Volume da camada por filtro	10,9 m³
Volume total da camada de pedregulho	65,5 m³
Peso da camada por filtro	15615,6 kg
Peso total da camada de pedregulho	93693,6 kg

Camada de Areia

Tamanho efetivo - D10	0,42 mm
Tamanho do Menor Grão	0,36 mm
Tamanho do Maior Grão	1,00 mm
D60	0,59 mm
D90	0,84 mm
CD	1,40
Massa específica da areia	2650,0 kg/m ³
Massa específica aparente da areia	1450,0 kg/m ³
Porosidade	0,4550
Coeficiente de esfericidade	0,75
Espessura da camada	0,250 m
Volume da camada por filtro	9,1 m ³
Volume total da camada de areia	54,6 m ³
Peso da camada por filtro	13195,0 kg
Peso total da camada de areia	79170,0 kg

Camada de Antracito

Tamanho efetivo - D10	0,84 mm
Tamanho do Menor Grão	0,71 mm
Tamanho do Maior Grão	1,68 mm
D60	1,19 mm
D90	1,41 mm
CD	1,42
Massa específica do antracito	1650,0 kg/m ³
Massa específica aparente do antracito	858,0 kg/m ³
Porosidade	0,480
Coeficiente de esfericidade	0,65
Espessura da camada	0,500 m
Volume da camada por filtro	18,2 m ³
Volume total da camada de areia	109,2 m ³
Peso da camada por filtro	15615,6 kg
Peso total da camada de areia	93693,6 kg

Perda de carga total no material filtrante

Equação de perda de carga (h₆) $1,33E-03 \times T + 1,74E-07 \times T^2$

LAVAGEM DOS FILTROS COM AR

Lavagem com ar

Taxa de aplicação de ar	15 L/s/m ²		
Vazão de ar	546 L/s	0,55 m ³ /s	32,76 m ³ /min

16 3412 3995
contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com
São Carlos – SP, Brasil

Resumo das Perdas de carga

Lavagem com ar

**PERDA DE CARGA TOTAL
DURANTE A LAVAGEM** 33,788 m

Equipamento de Referência

Sopradores Lobulares

1 + 1R
TAG SA-01
Fluido Soprador
Vazão 546,00 l/s 1965,60 m³/h
Pressão Diferencial 400,00 mbar
Modelo **Kaeser OMEGA 53PEB421C**

LAVAGEM DOS FILTROS COM ÁGUA

Lavagem da Areia

	D90	Maior Grão
Tamanho do grão	0,84 mm	1,00 mm
Número de Galileu	9491,9	16014,6
Vmf	0,006 m/s	0,009 m/s
Vmf	0,38 m/min	0,52 m/min

Va Resultante	0,80 m/min	0,0133 m/s	48,0 m/h
Taxa de lavagem	1152 m³/m²/d	48,00 m/h	
Vazão de Lavagem	0,4853 m³/s	485,3 l/s	1747,2 m³/h

Perda de carga na Areia durante a Lavagem	0,225 m	0,023 kgf/cm²
---	---------	---------------

Lavagem do Antracito			
	D90	Maior Grão	
Tamanho do grão	1,41 mm	1,68 mm	
Número de Galileu	17714,1	29963,3	
Vmf	0,007 m/s	0,009 m/s	
Vmf	0,40 m/min	0,53 m/min	

Va Resultante Taxa de lavagem Vazão de Lavagem	0,80 m/min	0,0133 m/s	48,0 m/h
	1152 m ³ /m ² /d	48,00 m/h	
	0,4853 m ³ /s	485,3 l/s	1747,2 m ³ /h

Perda de carga no Antracito durante a lavagem	0,170 m	0,017 kgf/cm ²
---	---------	---------------------------

Perda de carga no bloco universal	0,642 m
Perda de carga no pedregulho	0,265 m
Perda de carga na areia	0,225 m
Perda de carga no antracito	0,170 m
Perda de carga total durante a lavagem	1,302 m

6.3.5 TANQUE DE CONTATO

Tanque de Contato	
Vazão de entrada	2160,0 m ³ /h
Comprimento	10,00 m
Largura	10,00 m
Altura total	4,00 m
Altura útil	3,50 m
Volume útil	350,000 m
Tempo de contato	9,72 min

6.3.6 COAGULAÇÃO (PAC)

Dados de projeto

Vazão Média	600,00 l/s
Vazão máxima - com recirculação	620,00 l/s
Tempo de funcionamento	24 h
Produto para coagulação	PAC comercial líquido

Características do produto comercial sólido

Massa específica	1,280 kg/l	
Concentração	10,20% massa/massa	de Al ₂ O ₃
Concentração de hidroxidocloreto de alumínio	0,131 kg/l	

Dosagem

	Média	Mínima	Máxima
Vazão de entrada	600,00 l/s	600,00 l/s	600,00 l/s
Dosagem de PAC	37,5 mg/l	10,0 mg/l	75,0 mg/l
Dosagem do produto comercial	63,3 L/h	16,88 L/h	126,6 L/h

Consumo em volume do produto comercial

Consumo horário		Consumo diário	
C. mín.	16,88 l/h	C. mín.	405,00 L/d
Consumo médio	63,28 l/h	C. med	1518,75 L/d
C.máx.	126,56 l/h	C. máx.	3037,50 L/d

Armazenamento

Capacidade do tanque	18,0 m ³
Número de tanques	2

Período de atendimento de 2 tanques da solução

Consumo máximo	11,85 dia
----------------	-----------

Dosagem

Bomba dosadora	
Marca	PROMINENT
Modelo	DULCORLEX DFYa
Quantidade	1 + 1 R
Capacidade	126,56 l/h
Pressão máx	2 bar

6.3.7 CLORAÇÃO (HIPOCLORITO DE SÓDIO)

GERAÇÃO DE CLORO IN LOCO A PARTIR DE SALMOURA

Dados de projeto

Vazão mínima	600,00 l/s	0,6000 m³/s
Vazão Média	600,00 l/s	0,6000 m³/s
Vazão máxima - com recirculação	620,00 l/s	0,6200 m³/s
Tempo de funcionamento	24 h	
Produto a ser utilizado na geração	Cloreto de Sódio NaCl	

Características do cloreto de sódio comercial

Massa específica do Cloreto de sódio comercial	2,165 kg/l	216500,0 mg/l
Concentração de NaCl	100% massa/massa	
Concentração de NaCl no produto comercial	2,163 kg/l	2162835,00 mg/l

Características do hipoclorito de sódio gerado

Massa específica do hipoclorito de sódio	1,050 kg/l	105000,0 mg/l
Concentração de cloro ativo	0,65% massa/massa	
Concentração de cloro ativo no produto gerado	0,007 kg/l	6825,00 mg/l

Dosagem cloro para a pré cloração

	Média	Mínima	Máxima
Vazão de entrada no Filtro	600,00 l/s	600,00 l/s	600,00 l/s
Dosagem de cloro (cloro ativo)	2,0 mg/l	1,5 mg/l	5,0 mg/l
Dosagem da solução	632,967 L/h	474,725 L/h	1582,418 L/h
Dosagem da solução	632967,0 mL/h	474725,3 mL/h	1582417,6 mL/h

Dosagem cloro da desinfecção final

	Média	Mínima	Máxima
Vazão de entrada no Filtro	600,00 l/s	600,00 l/s	600,00 l/s
Dosagem de cloro (cloro ativo)	2,0 mg/l	1,5 mg/l	5,0 mg/l
Dosagem da solução	632,967 L/h	474,725 L/h	1582,418 L/h
Dosagem da solução	632967,0 mL/h	474725,3 mL/h	1582417,6 mL/h

Consumo Solução de hipoclorito de sódio gerado

	Consumo horário	Consumo diário	Consumo mensal
Consumo mínimo	474,73 l/h	11393,41 L/d	341802 L/mês
Consumo máximo	3164,84 l/h	75956,04 L/d	2278681 L/mês

Consumo de NaCl comercial

	Consumo horário	Consumo diário	Consumo mensal
Mínimo	14,58 kg/h	349,92 kg/d	10497,6 kg/mês
Máximo	97,20 kg/h	2332,80 kg/d	69984,0 kg/mês

Armazenamento da solução

Armazenamento	
Capacidade do tanque	25,000 m ³
Número de tanques	3

Capacidade de armazenamento

Consumo mínimo	6,6 dia
Consumo máximo	1,0 dia

6.3.8 FLUORETAÇÃO (ÁCIDO FLUOSSILÍCICO)

Dados de projeto

Vazão máxima de projeto	620,00 l/s	0,6200 m ³ /s	2232,00 m ³ /h
Tempo de funcionamento	24 h		
Concentração de flúor inicial	0,00 mg/l		
Produto a ser utilizado na fluoretação	Ácido Fluossilícico comercial líquido		

Características do ácido fluossilícico comercial

Massa específica	1,180 kg/l	118000,0 mg/l
Concentração de ácido fluossilícico	25% massa/massa	
Concentração de íon fluoreto	20% massa/massa	
Concentração de íon fluoreto no produto comercial	0,236 kg/l	236000,00 mg/l

Dosagem

	Média	Mínima	Máxima
Vazão de água produzida	620,00 l/s	620,00 l/s	620,00 l/s
Concentração de flúor na água tratada	0,7 mg/l	0,6 mg/l	0,8 mg/l
Concentração de flúor na água bruta	0,0 mg/l	0,0 mg/l	0,0 mg/l
Dosagem de flúor	0,7 mg/l	0,6 mg/l	0,8 mg/l
Dosagem da solução	6,620 L/h	5,675 L/h	7,566 L/h
Dosagem da solução	6620,3 mL/h	5674,6 mL/h	7566,1 mL/h

Consumo em volume do produto comercial

Consumo horário		Consumo diário	
Consumo mínimo	5,67458 l/h	C. mín.	136,19 L/d
Consumo médio	6,62034 l/h	C. med.	158,89 L/d
Consumo máximo	7,56610 l/h	C. máx.	181,59 L/d

Armazenamento do produto comercial

Fornecimento em bombonas	1000,0 l
Número de bombonas	3

Período de atendimento do produto comercial

Consumo médio	16,5 dia
---------------	----------

Estrutura

Bomba dosadora	
Marca	Watson - Marlov
Modelo	Qdos 30
Quantidade	1 +1 R
Vazão máxima de operação	7,57 L/h
Pressão máx	2 bar

6.3.9 ALCALINIZANTE (GEOCÁLCIO)

Dados de projeto

Vazão máxima - com recirculação	620 L/s
Vazão média	600 L/s
Tempo de funcionamento	24 h
Produto para alcalinização	Hidróxido de cálcio em suspensão (Geocálcio)

Características do produto comercial

Massa específica	1,100 kg/L
Concentração	20,0% massa/massa de Ca(OH) ₂
Concentração de hidróxido de cálcio	0,220 kg/L

Dosagem

	Mínima	Média	Máxima	
Vazão	2232000	2232000	2232000	L/h
Dosagem de alcalinizante	5	20	50	mg/L
Dosagem do produto comercial	10,15	40,58	101,45	L/h

Consumo em volume do produto comercial

	Horário	Diário	Mensal
Mínimo	10 L/h	243 L/d	7305 L/mês
Médio	41 L/h	974 L/d	29219 L/mês
Máximo	101 L/h	2435 L/d	73047 L/mês

O sistema de armazenamento de geocálcio deve prever agitadores nos tanques e bombas de recirculação.

Quantidade de tanques	2 unid.	
Capacidade de um tanque	15 m ³	ou 15000 L
Período de atendimento - consumo médio	31 dias	
Período de atendimento - consumo máximo	12 dias	
Volume de contenção	33 m ³	
Comprimento	7,0	
Largura	5,0	
Altura	1,2	

6.4 STR ETA RIO GRANDE

A estação de tratamento de resíduos foi considerada para atendimento da nova ETA com vazão de tratamento de 600 L/s e turbidez máxima de 100 uT.

As unidades consideradas foram: câmara de recebimento e equalização, adensamento gravitacional, desaguamento mecanizado por centrífuga. O acondicionamento do lodo desaguado foi considerado em caçambas com remoção e destinação para aterro.

Para a realização de adensamento e desaguamento foi considerado a aplicação de polímero, havendo linhas dedicadas para cada etapa com redundância de equipamentos de dosagem. A preparação do polímero foi considerada com preparador automatizado.

O layout proposto para o sistema de tratamento dos resíduos da Nova ETA está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-DE-009-00.

6.4.1 CONDIÇÕES DE PROJETO

Dados de projeto

Vazão Máxima	620,00 l/s	0,6200 m ³ /s
Vazão nominal	600,00 l/s	0,6000 m ³ /s
Vazão máxima de recirculação	20,00 l/s	0,0200 m ³ /s
Turbidez Média	10,0	uT
Turbidez Máxima	50,0	uT
Coeficiente "a"	1,0	
Tempo de funcionamento	16,0 h	
Duração mínima estimada da carreira de filtração	24,0 h	

6.4.2 BALANÇO DE MASSA

Balanço de massa		
	Média	Máxima
Turbidez da água bruta	10,00 uT	50,00 uT
Fator "a"	1,0	1,0
Concentração de SST na água Bruta	10,00 mg/L	50,00 mg/L
Produção total de SST da água bruta	518,40 kg/d	2592,00 kg/d
Dosagem de coagulante	37,50 mg/L	75,00 mg/L
Dosagem de alcalinizante	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Dosagem de CAP	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Produção total de SST devido a produtos químicos	532,00 kg/d	1064,01 kg/d
Turbidez da água recirculada	5,00 uT	5,00 uT
Fator "a"	1,0	1,0
Concentração de SST na água recirculada	5,00 mg/L	5,00 mg/L
Produção total de SST da água recirculada	8,64 kg/d	8,64 kg/d
Produção total de SST da água recirculada	360,00 g/h	360,00 g/h
Concentração de SST na água coagulada	19,77 mg/L	68,41 mg/L
Produção total de SST da água coagulada	1059,04 kg/d	3664,65 kg/d
Massa de SST retida nos filtros	244,61 kg/d	244,61 kg/d
Massa de SST retida nos decantadores	814,44 kg/d	3420,04 kg/d

6.4.3 DESCARGA DOS DECANTADORES

Descarga dos Decantadores

Volume da descarga de 1 unidade de decantação	60,75 m ³	
Volume da descarga das unidades de decantação	364,50 m ³	
Concentração de sólidos na descarga	10000,00 mg/L	1,00%
	Média	Máxima
Volume de lodo gerado por dia	81,44 m ³ /d	342,00 m ³ /d
número de descarga por dia	0,22	0,94
número de descarga por dia por decantador	1,00	1,00
Intervalo entre as descargas	24,0 h	24,0 h

6.4.4 LAVAGEM DOS FILTROS

Vazão e volume para lavagem dos filtros descendentes

Duração mínima estimada da carreira de filtração	24,0 h	
Intervalo mínimo entre lavagens dos filtros	4,0 h	
Vazão de lavagem dos filtros	0,4853 m ³ /s	485,3 l/s
Tempo máximo de lavagem dos filtros	7 min	
Volume de lavagem de 1 filtro	203,84 m ³	
Concentração de sólidos na ALF	200,0	mg/L
Massa seca de sólidos retido na filtração	244,60632	kg/d

6.4.5 TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS (TRV-ALF)

Tanque de regularização de vazão de água de lavagem dos filtros

Volume gerado de alf em 1 dia	1223,03 m ³	
Concentração dos resíduos	200,00 mg/L	
Massa de sólidos	244,61 kg/d	
Vazão média de resíduos gerados	50,96 m ³ /h	14,16 l/s
Vazão de projeto	80,00 m ³ /h	22,22 l/s
Volume mínimo requerido	407,68 m ³	
Largura	10,00 m	
Comprimento	14,00 m	
Altura total	4,00 m	
Altura útil	3,00 m	
Área total	140,00 m ²	
Volume útil	420,00 m ³	
Tempo de esvaziamento (TRALF)	5,25 h	
Tempo de esvaziamento de 1 lavagem de filtro	5,10 h	

Equipamentos

Bomba de recalque	1 + 1R
TAG	BS-02 A/B
Fluido	Água de lavagem dos filtros
Vazão	22,22 l/s 80,00 m ³ /h
Modelo	SULZER- XFP100E CB1 60HZ

6.4.6 CLARIFICADOR DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS

Clarificador de água de lavagem dos filtros

Tipo	Clarificador por gravidade de alta taxa com aplicação de polímero	
Número de equipamentos	2	
Vazão regularizada por adensador	40,00 m ³ /h	0,01111 m ³ /s

Geometria da unidade

Número de unidades	2
Comprimento	3,00 m
Largura	2,50 m
Altura útil	4,00 m
Altura total	4,30 m
Altura poço de lodo	1,40 m
Altura alimentação	4,00 m
Altura módulos de decantação	0,87 m
Altura até o topo da calha	0,88 m
Altura livre	0,27 m

Módulos de decantação

Tipo	Dutos
Comprimento do módulo	1,00 m
Ângulo do módulo	60 °
Comprimento morto	0,50 m

Poço de lodo

Tipo	Tronco de pirâmide
Número de poços por clarificador	1,0
Ângulo da parede comprimento	50,6 °
Ângulo da parede largura	50,6 °
Comprimento topo	2,50 m
Largura topo	2,50 m
Altura	1,40 m
Comprimento base	0,20 m
Largura base	0,20 m
Área topo	6,25 m ²
Área base	0,04 m ²
Volume unitário	3,17 m ³
Volume total	6,34 m ³
Taxa de preenchimento	30%
Volume útil	1,90 m ³

Coleta de clarificado

Tipo	Calha com vertedores triangulares
Número de calhas por clarificador	1
Comprimento	3,00 m
Largura	0,30 m
Altura	0,45 m

Aplicação de polímero

Taxa de aplicação	5 mg/g SST
Dosagem regularizada	1000,00 mg/L
Lodo gerado a partir do polímero	1,22 kg/d

Parâmetros de Processo

Comprimento útil	2,50 m
Área	15,00 m ²
Área útil	12,50 m ²
Área de decantação total ortogonal	10,83 m ²
Vazão de entrada	11,11 l/s
Taxa de aplicação real	89 m ³ /m ² /d
Velocidade de escoamento	6,16 cm/min
Área de decantação virtual	103,48 cm/min
Taxa de aplicação virtual	8,35 cm/min
Velocidade de sedimentação da partícula	0,58 cm/min
Taxa de aplicação de sólidos	
Taxa de retenção no adensador	97,50%

Entrada

Volume de sólidos	1223,03 m ³ /d
Massa seca de sólidos	245,83 kg/d

Adensado

Massa seca de sólidos	239,68 kg/d
Volume de sólidos	15,98 m ³ /d
Concentração de sólidos no lodo adensado	1,5%

Clarificado

Massa seca de sólidos	6,15 kg/d
Volume de clarificado	1207,05 m ³ /d
Concentração de sólidos no clarificado	0,005 g/L

Parâmetros Operacionais

Descarga de lodo adensado

Intermitente - Bombeado

Tempo de enchimento poço de lodo	2,9 h	
Vazão de descarga	0,30 l/s	1,08 m ³ /h
Duração da descarga do poço	105,6 min	
Frequência de descarte	8,4 /d	
Intervalo entre descartes	2,9 h	
Vazão regularizada de lodo adensado	0,18 l/s	0,67 m ³ /h

Recirculação de clarificado

Constante - Por gravidade

Vazão regularizada de recirculação	13,97 l/s	50,29 m ³ /h
------------------------------------	-----------	-------------------------

Equipamentos

Bomba de recalque	1 + 1R	
TAG	BH-03 A/B	
Fluido	Lodo adensado	
Vazão	0,30 l/s	1,08 m³/h
Modelo	NM021--01L Nemo- Netzsch	

6.4.7 TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO DE DESCARTE DOS DECANTADORES (TRV-LD)

Tanque de regularização de vazão de descarga dos decantadores

Tempo de funcionamento	24 h	
Volume máximo diário gerado nas descargas dos decantadores	342,00 m³	
Volume de descarga de sedimento do adensador	15,98 m³	
Volume Total	357,98 m³	
Massa de sólidos (decantadores)	3420,04 kg/d	
Massa de sólidos (ALF)	239,68 kg/d	
Massa Total	3659,73 kg/d	
Concentração dos resíduos	10223,18 mg/L	1,02%
Vazão média de resíduos recebidos	14,92 m³/h	
Tempo de bombeamento	16 h	
Coeficiente de segurança	2	
Vazão de projeto	29,83 m³/h	
Volume mínimo requerido	357,98 m³	
Comprimento	12,00 m	
Largura	10,00 m	
Altura total	4,00 m	
Altura útil	3,00 m	
Área	120,00 m²	
Volume útil	360,00 m³	
Tempo de esvaziamento	12,07 h	

Equipamentos

Bomba de recalque	1 + 1R	
TAG	BH-01 A/B	
Fluido	Descarga dos decantadores	
Vazão	8,29 l/s	29,83 m³/h
Modelo	NM038--01L Nemo- Netzsch	

6.4.8 ADENSADOR DE LODO DOS DECANTADORES

Adensador da descarga dos decantadores

Tempo de funcionamento	16 h	
Número de equipamentos	2	
Vazão de alimentação	14,92 m³/h	0,00414 m³/s
V adensamento	0,50 cm/min	
Área de adensamento	49,72 m²	
Diâmetro	7,96 m	
Diâmetro adotado	8,00 m	
Área	50,27 m²	
Vs real	0,49 cm/min	
Concentração do lodo adensado	25000,00 mg/L	2,50%
Massa de lodo adensado (recebida)	3659,73 kg/d	
Vazão de lodo adensado	146,39 m³/d	
Vazão média diária (24h)	6,10 m³/h	1,69 l/s
Tempo de bombeamento	16 h	
Vazão média de bombeamento de lodo adensado	9,15 m³/h	2,54 l/s
Volume do clarificado	213,61 m³/h	59,34 l/s
Vazão máxima de clarificado	14,92 m³/h	4,14 l/s

Equipamentos

Bomba de recalque	1 +1R
TAG	BH-02 A/B
Fluido	Lodo adensado para tanque de regularização
Vazão	2,54 l/s 9,15 m³/h
Modelo	NM031--01L Nemo- Netzsch

6.4.9 TANQUE DE LODO ADENSADO

Tanque de Lodo Adensado

Tempo de funcionamento	16 h
Volume diário de lodo adensado	146,39 m ³
Comprimento	4,00 m
Largura	3,00 m
Altura total	4,00 m
Altura útil	2,00 m
Volume útil	24,00 m ³
Tempo de esvaziamento	2,62 h

Equipamentos

Bomba de recalque	1 + 1R	
TAG	BH-03 A/B	
Fluido	Lodo adensado	
Vazão	2,54 l/s	9,15 m ³ /h
Modelo	NM031--01L Nemo- Netzsch	

6.4.10 DESAGUAMENTO DE LODO – PRENSA PARAFUSO

Desaguamento de Lodo - Prensa Parafuso

Tempo de funcionamento	16 h	
Vazão de alimentação de lodo adensado	9,15 m ³ /h	
Volume diário de lodo adensado	146,39 m ³ /d	
Massa específica de lodo adensado	1,020 t/m ³	
Massa de lodo adensado por dia	149,317 t/d	9,332 t
Massa de SST diária	3659,7 kg	3,660 t
Concentração do lodo desaguado	220000,00 mg/L	22,00%
Concentração de lodo na água recuperada	0 g/L	
Vazão de lodo desaguado	16,64 m ³ /d	
Volume diário de lodo desaguado	16,64 m ³	
Massa específica de lodo desaguado	1,150 t/m ³	
Massa de lodo desaguado	19,130 t/d	
Vazão de lodo desaguado	1,04 m ³ /h	
Vazão de água recuperada	8,11 m ³ /h	

6.4.11 ELEVATÓRIA DE ÁGUA RECUPERADA

Água Recuperada

Sobrenadante do Clarificador de ALF	50,29 m³/h	13,97 l/s
Clarificado do Adensador de Lodo	14,92 m³/h	4,14 l/s
Clarificado do Desaguamento	8,11 m³/h	2,25 l/s
Total	73,32 m³/h	20,37 l/s

Elevatória de água recuperada

Tempo de funcionamento	16 h
Vazão de água recuperada	73,32 m³
Largura	5,00 m
Comprimento	5,00 m
Altura total	4,00 m
Altura útil	3,00 m
Volume útil	75,00 m³
TDH	1,02 h
Tempo de esvaziamento	0,83 h

Equipamentos

Bomba de recalque	1 + 1R	
TAG	BC-0X	
Fluido	Água Recuperada	
Vazão	25,00 l/s	90,00 m³/h

6.4.12 POLÍMERO SINTÉTICO

Dados de projeto

Vazão máxima de lodo adensado	9,15 m³/h	2,54 L/s
Tempo de funcionamento	16 h	
Produto para adensamento	Polímero Sintético em pó	

Características do produto comercial sólido

Massa específica	0,800 kg/l	800000,0 mg/l	
Dosagem máxima de polímero sintético	Clarificação 5 mg pol./g SST	Adensamento 5 mg pol./g SST	Desaguamento 10 mg pol./g SST

Solução

Necessidade de diluição do produto comercial	Sim		
Massa de produto a ser adicionada	1,0 kg		
Volume de solução total	1000 L		
Massa específica da solução	1,0 kg/l		
Concentração de Polímero na solução	0,001 kg/l	1000,00 mg/l	0,10%

Dosagem para Clarificação de ALF

	Máximo	
Vazão regularizada de lodo	22,22 l/s	80,00 m³/h
Concentração de SST	0,2 g/l	
Dosagem de polímero sintético	1,00 mg/L	
Dosagem da solução	80,0 L/h	

Aplicação

Material	PVC
Diâmetro interno	21,6 mm
Área da seção de escoamento	0,0003664 m²

Máximo

Velocidade	0,06064 m/s
------------	-------------

Equipamentos

Bomba de dosagem de polímero	1 + 1R
TAG	BH-06 A/B
Fluido	Solução de Polímero
Vazão	80,0 L/h
Modelo	NETZSCH- NM011BY02S12B

Dosagem para Adensamento das Descargas dos Decantadores

	Máximo	
Vazão regularizada	8,29 l/s	29,83 m³/h
Concentração de SST	10,2 g/l	
Dosagem de polímero sintético	51,12 mg/L	
Dosagem da solução	1524,9 L/h	

Aplicação

Material	PVC
Diâmetro interno	21,6 mm
Área da seção de escoamento	0,0003664 m²

Máximo

Velocidade	1,16 m/s
------------	----------

Equipamentos

Bomba de dosagem de polímero	1 + 1R
TAG	BH-04 A/B
Fluido	Solução de Polímero
Vazão	1524,9 L/h
Modelo	NETZSCH- NM015BY01L06B

Dosagem para Desaguamento

	Máximo	
Vazão de lodo adensado	2,54 l/s	9,15 m³/h
Concentração de SST no lodo	25,0 g/l	
Dosagem de polímero sintético	250,0 mg/L	
Dosagem da solução	2287,3 L/h	

Aplicação

Material	Tubo PVC
Diâmetro interno	21,6 mm
Área da seção de escoamento	0,0003664 m²

Máximo

Velocidade	1,73 m/s
------------	----------

Equipamentos

Bomba de dosagem de polímero	1 + 1R
TAG	BH-05
Fluido	Solução de Polímero
Vazão	2287,3 L/h
Modelo	NETZSCH- NM015BY01L06B

Consumo em volume da solução			
Consumo horário		Consumo diário	
Consumo máximo	3892,21 l/h	C. máx.	93413,1 L/d

Equipamentos	
Preparador de Polímero em pó	1+2R
TAG	PP-01/02
Fluido	Solução de Polímero
Vazão	4000,0 L/h
Modelo	VIB-4000 - VIBROPAC

Armazenamento do produto comercial	
Fornecimento em sacos	25,0 kg
Número de sacos	30

Período de atendimento do produto comercial	
Consumo médio	12,0 dia

6.5 RESERVATÓRIOS

Não foi possível identificar o volume útil dos reservatórios existentes por falta de cadastro técnico. Dessa forma considerou-se o volume nominal declarado dos reservatórios.

Além dos reservatórios existentes foi prevista a implantação do R11 (2 adicionais), R14, R15 e R16 conforme planejamento da CODAU.

Para a Nova ETA foram previstos dois reservatórios apoiados com volume útil de 2.200 m³ cada, possibilitando a parada da ETA para manutenção por 2h, sem interromper o abastecimento.

Tabela 6.3 – Volume de armazenamento dos reservatórios de água tratada

RESERVATÓRIO	VOLUME DE ARMAZENAMENTO (m³)
CR2A SEMIENTERRADO	3.382
CR2B SEMIENTERRADO	2.642
CR3A ENTERRADO	2.500
CR3B SEMIENTERRADO	2.500
CR4A SEMIENTERRADO	2.471
CR4B SEMIENTERRADO	1.862
CR4 APOIADO	5.180
CR5A SEMIENTERRADO	2.604
CR5B SEMIENTERRADO	2.624
CR5 APOIADO	6.855
CR6A SEMIENTERRADO	1.612
CR6B SEMIENTERRADO	2.560
CR6 APOIADO	5.443
CR8 APOIADO	5.443
CR9 APOIADO	5.443
CR10 APOIADO	5.443
CR11 APOIADO EXISTENTE	5.500
CR11 APOIADO NOVO	5.500
CR12 APOIADO	5.000
CR13 APOIADO	5.000
CR14 APOIADO	600
CR15 APOIADO	5.000
CR16 APOIADO	5.000
CR APOIADOS ETA NOVA	4.435
Total	94.598

Tabela 6.4 – Parâmetros relativos ao armazenamento de água tratada

Vazão média demandada - dia de maior consumo (L/s)	1.664,18
Vazão de produção (L/s)	1.800,00
t operante (h)	24
Volume mínimo recomendado de armazenamento - dia de maior consumo (m³)	47.928,32
Volume consumido - dia de maior consumo (m³)	143.784,95
Volume produzido - dia de maior consumo (m³)	155.520,00
Volume nominal total de armazenamento (m³)	94.597,74
Relação Capacidade de armazenamento / Volume Consumido	65,79%
Relação Capacidade de armazenamento / Volume Produzido	60,83%

6.5.1 RESERVATÓRIO ETA

Dados de projeto

Vazão média	600,0 l/s	0,6000 m³/s	2160,0 m³/h	43200,0 m³/d
Quantidade de células de reservação	2 un			
Tempo de reservação para produção	2 h			
Reservação mínima para a produção	4320,0 m³			
Reservação unitária	2160,0 m³			

Reservatório apoiado

Número de células	2
Comprimento	24,000 m
Largura	22,000 m
Altura total	6,000 m
Altura do nível mínimo (volume morto)	0,500 m
Altura do nível máximo	4,700 m
Altura útil	4,200 m

Volume útil de 01 reservatório	2217,6 m³
---------------------------------------	-----------

Volume útil apoiado total	4435,2 m³
----------------------------------	-----------

Reservatório para lavagem dos filtros

Volume utilizado para lavagem de um filtro	203,8 m ³
Nº de filtros lavados	2,0 un
Coeficiente operacional	1,50
Número de reservatórios	1
Comprimento	18,00 m
Largura	10,00 m
Altura do nível mínimo (volume morto)	0,50 m
Altura do nível máximo	4,00 m
Altura útil	3,50 m
Altura total	5,00 m

Volume mínimo reservado p/ lavagem	611,5 m ³
---	----------------------

Volume útil	630,0 m ³
--------------------	----------------------

6.6 ADUTORAS

As adutoras de interligação da ETA Rio Grande ao sistema de distribuição foram previstas de modo a atender as demandas de abastecimento em final de plano. Foram consideradas de ferro fundido dúctil, classe K7, com diâmetros adotados respeitando os limites mínimos e máximos de velocidade e pressões admissíveis de serviço.

Foram previstas adutoras individualizadas saindo da ETA para abastecimento dos CR 13 (AAT-EN-13 - DN 300 mm) e CR 15 (AAT-EN-15 - DN 250 mm).

Foi prevista uma adutora de saída da ETA (AAT-EN-09-08 - DN 500 mm), a qual se ramifica para abastecimento do CR 09 (AAT-EN-09 - DN 500 mm) e do CR 08 (AAT-EN-08 - DN 300 mm).

Além disso, foi prevista uma nova adutora do CR 09 para abastecimento, por gravidade, do CR 12 (AAT-09-12 - DN 400 mm). De forma similar, projetou-se uma nova adutora partindo do CR 12 para abastecimento, por gravidade, do CR 16 (AAT-12-16 - DN 400 mm).

Também foi projetada uma adutora reserva para interligação do CR 13 ao CR 10 (AAT-13-10 - DN 300 mm), a fim de viabilizar futuras manobras operacionais.

7 PLANO DE INVESTIMENTO

Neste item estão apresentados os principais estudos referentes ao plano de investimento e execução das adequações do SAA Uberaba. Foram listadas as principais atividades ordenadas por unidades do SAA, apresentando a previsão de novas implantações, manutenções e desativações. O orçamento estimativo de implantação do Sistema rio Grande está reapresentado após a definição da alternativa apresentada no Relatório 4, com as atualizações referentes às novas adutoras de encaminhamento aos CRs.

O cronograma de atividades apresenta o prazo estimado necessário para execução das atividades de implantação, manutenção e desativação previstas no horizonte de 30 anos de planejamento.

As etapas de investimentos foram apresentadas divididas em curto médio e longo prazo.

O retorno financeiro do investimento foi elaborado para a implantação do sistema rio Grande, considerando critérios de reajuste tarifário atual, custo em valor presente de implantação e operação do novo sistema com base em sua demanda por produção de água.

7.1 ATIVIDADES

Fez-se o levantamento das principais atividades a serem desenvolvidas durante os próximos 30 anos. As implantações foram representadas em verde, as manutenções e reformas em amarelo e as desativações em vermelho.

UNIDADES	ATIVIDADES
CAPTAÇÃO SUPERFICIAL RIO UBERABA	
	ADEQUAÇÃO DE ESTRUTURA DE CAPTAÇÃO
	ADEQUAÇÃO DE ESTRUTURA DO DESARENADOR
	MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS (PENEIRA, REMOÇÃO DE AREIA, ETC.)
CAPTAÇÃO SUPERFICIAL RIO UBERABA	
	CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM PRAINHA
CAPTAÇÃO SUPERFICIAL RIO GRANDE	
	AQUISIÇÃO DE TERRENO
	PAVIMENTAÇÃO ATÉ A CAPTAÇÃO
	MOVIMENTO DE TERRA
	ESTRUTURA DA CAPTAÇÃO
	ESTRUTURA DO DESARENADOR
	EQUIPAMENTOS (PENEIRA, REMOÇÃO DE AREIA, ETC.)
	PRÉDIO DE APOIO
CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA POÇO CR06	
	MANUTENÇÃO
CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA POÇO CR10	
	MANUTENÇÃO
CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA POÇO CR11	
	DESATIVAÇÃO
CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA NOVOS POÇOS	
	AQUISIÇÃO DE TERRENOS
	ESCAVAÇÃO E INSTALAÇÃO DE 04 POÇOS PROFUNDOS
	INSTALAÇÃO DE CONJUNTO MOTOBOMBA E TESTES
	MOVIMENTO DE TERRA
	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
	SUBESTAÇÃO E GERADOR
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO
	INSTALAÇÕES DE PRODUTOS QUÍMICOS
CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA POÇOS CR14	
	ESCAVAÇÃO E INSTALAÇÃO DE 02 POÇOS RASOS

UNIDADES	ATIVIDADES
EEAB RECALQUE RIO UBERABA	
	TROCA E/OU ACRÉSCIMO DE CONJUNTOS MOTOBOMBAS
	MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
	MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÃO E GERADOR
	MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO
EEAB BAIXO RECALQUE RIO GRANDE	
	CONJUNTO MOTOBOMBAS
	POÇO DE SUÇÃO
	CASA DE BOMBAS
	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
	SUBESTAÇÃO E GERADOR
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO
EEAB ALTO RECALQUE RIO GRANDE	
	CONJUNTO MOTOBOMBAS
	POÇO DE SUÇÃO
	CASA DE BOMBAS
	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
	SUBESTAÇÃO E GERADOR
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO
ADUTORAS ÁGUA BRUTA RIO UBERABA	
	MANUTENÇÃO
ADUTORAS ÁGUA BRUTA BAIXO RECALQUE RIO GRANDE	
	ADUTORA FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K9 1000mm - 10,80 km
	ASSENTAMENTO DA ADUTORA
	INSTALAÇÃO DE VENTOSAS
	INSTALAÇÃO DE DESCARGAS DE FUNDO
	TRAVESSIA DE CÓRREGO
	TRAVESSIA DE PONTE
	TRAVESSIA DE RODOVIA (VALA ABERTA)
	TRAVESSIA DE FERROVIA
ADUTORAS ÁGUA BRUTA ALTO RECALQUE RIO GRANDE	
	ADUTORA FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K9 1000mm - 19,50 km
	ASSENTAMENTO DA ADUTORA
	INSTALAÇÃO DE VENTOSAS
	INSTALAÇÃO DE DESCARGAS DE FUNDO
	TRAVESSIA DE CÓRREGO
	TRAVESSIA DE PONTE
	TRAVESSIA DE RODOVIA (VALA ABERTA)
	TRAVESSIA DE FERROVIA

UNIDADES	ATIVIDADES
ETA UBERABA 1	
	REFORMA DOS DECANTADORES
	REFORMA DOS FILTROS (ALTERAÇÃO DO SISTEMA DE LAVAGEM PARA AR E ÁGUA E SUBSTITUIÇÃO DE FUNDO)
ETA UBERABA 2	
	REFORMA DOS DECANTADORES
	REFORMA DOS FILTROS (ALTERAÇÃO DO SISTEMA DE LAVAGEM PARA AR E ÁGUA E SUBSTITUIÇÃO DE FUNDO)
ETA UBERABA 3	
	REFORMA DOS DECANTADORES
	DESCOMISSIONAMENTO DOS REMOVEDORES MECANIZADOS DE LODO
	ALTERAÇÃO NA REMOÇÃO DE LODO E DRENAGEM
ETA RIO GRANDE	
	AQUISIÇÃO DE TERRENO
	MOVIMENTO DE TERRA
	PAVIMENTAÇÃO
	PRÉDIO ADMINISTRATIVO E LABORATÓRIO
	BLOCO HIDRÁULICO
	INSTALAÇÕES DE PRODUTOS QUÍMICOS
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO

UNIDADES	ATIVIDADES
STR ETA RIO UBERABA	
	INSTALAÇÃO DE ELEVATÓRIA DE RECALQUE DE LODO
	TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO
	ADEQUAÇÃO DA UNIDADE DE CLARIFICAÇÃO (MÓDULOS DE DECANTAÇÃO, CALHAS DE COLETA DE CLARIFICADO E BOMBAS PARA EXTRAÇÃO DE LODO)
	ADEQUAÇÃO DO TANQUE DE EQUALIZAÇÃO DE LODO (INSTALAÇÃO DE AGITADOR)
STR ETA RIO GRANDE	
	ELEVATÓRIA DE LODO
	TANQUE DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO
	CLARIFICADOR
	TANQUE DE EQUALIZAÇÃO DE LODO
	ADENSAMENTO
	TANQUE DE LODO ADENSADO
	DESAGUAMENTO
	CONDICIONAMENTO QUÍMICO (POLÍMERO)

UNIDADES	ATIVIDADES
RESERVATÓRIOS EXISTENTES	
	MANUTENÇÃO DE 02 RESERVATÓRIOS SEMIENTERRADOS EM CONDIÇÕES RUINS - CR02
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR02
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ENTERRADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR03
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO SEMIENTERRADO EM CONDIÇÕES RUINS - CR03
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR03
	MANUTENÇÃO DE 02 RESERVATORIOS SEMIENTERRADOS EM CONDIÇÕES RUINS - CR04
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR04
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM CONDIÇÃO REGULAR - CR04
	MANUTENÇÃO DE 02 RESERVATORIOS SEMIENTERRADOS EM CONDIÇÕES RUINS - CR05
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR05
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM BOA CONDIÇÃO - CR05
	MANUTENÇÃO DE 02 RESERVATORIOS SEMIENTERRADOS EM CONDIÇÕES RUINS - CR06
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO RUIM - CR06
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM CONDIÇÃO REGULAR - CR06
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM CONDIÇÃO REGULAR - CR08
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM CONDIÇÃO REGULAR - CR08
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM BOA CONDIÇÃO - CR09
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM BOA CONDIÇÃO - CR09
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM BOA CONDIÇÃO - CR10
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM BOA CONDIÇÃO - CR10
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO EM BOA CONDIÇÃO - CR11
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO METÁLICO EM BOA CONDIÇÃO - CR11
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO EM ÓTIMA CONDIÇÃO - CR12
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO METÁLICO EM ÓTIMA CONDIÇÃO - CR12
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO ELEVADO EM OTIMA CONDIÇÃO - CR13
	MANUTENÇÃO DE 01 RESERVATORIO APOIADO METALICO EM ÓTIMA CONDIÇÃO - CR13

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

UNIDADES	ATIVIDADES
RESERVATÓRIOS CR11	
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO - 5500 m ³
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO - 350 m ³
	INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES E VÁLVULAS
RESERVATÓRIOS CR14	
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO - 600 m ³
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO - 75 m ³
	INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES E VÁLVULAS
RESERVATÓRIOS CR15	
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO - 5000 m ³
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO - 300 m ³
	INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES E VÁLVULAS
RESERVATÓRIOS CR16	
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO APOIADO - 5000 m ³
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO - 300 m ³
	INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES E VÁLVULAS
RESERVATÓRIOS ETA NOVA	
	CONSTRUÇÃO DE 02 RESERVATÓRIOS APOIADOS - 2x2250 m ³
	CONSTRUÇÃO DE 01 RESERVATÓRIO ELEVADO - 500 m ³
	INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES E VÁLVULAS

UNIDADES	ATIVIDADES
EEAT ETA RIO UBERABA	
	TROCA/ACRÉSCIMO DE CONUNTOS ELEVATÓRIOS
	REFORMA DE BARRILETE
	MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
NOVAS EEATs	
	POÇO DE SUÇÃO
	CASA DE BOMBAS
	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
	CONJUNTO MOTOBOMBA ETA RIO GRANDE PARA CR15 - VAZÃO DE 55,95 L/s E 21 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 25 CV)
	CONJUNTO MOTOBOMBA ETA RIO GRANDE PARA CR13 - VAZÃO DE 96,14 L/s E 50 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 100 CV)
	CONJUNTO MOTOBOMBA ETA RIO GRANDE PARA CRs 08 e 09 - VAZÃO DE 414,85 L/s E 50 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 350 CV)
	CONJUNTO MOTOBOMBA CR12 PARA CR06 - VAZÃO DE 64,33 L/s E 50 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 75 CV)
	CONJUNTO MOTOBOMBA CR09 PARA CR06 - VAZÃO DE 64,33 L/s E 26 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 40 CV)
	CONJUNTO MOTOBOMBA RESERVA CR13 PARA CR10 - VAZÃO DE 128,56 L/s E 45 MCA DE PRESSÃO (POTÊNCIA ESTIMADA 125 CV)
	SUBESTAÇÃO E GERADOR
	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO
ADUTORAS ÁGUA TRATADA EXISTENTES	
	MANUTENÇÃO DE ADUTORAS EXISTENTES
	TORNAR REVERSÍVEL A ADUTORA QUE INTERLIGA OS CRs 06 E 12
	TORNAR REVERSÍVEL A ADUTORA QUE INTERLIGA OS CRs 06 E 09
	TORNAR REVERSÍVEL A ADUTORA QUE INTERLIGA OS CRs 03 E 08
	DESATIVAÇÃO DE ADUTORA EXISTENTE QUE INTERLIGA OS CRs 06 E 08
NOVAS ADUTORAS ÁGUA TRATADA	
	ADUTORA DE SÁIDA DA ETA RIO GRANDE PARA CRs 08 E 09 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 500 mm - 1,83 km
	ADUTORA ETA RIO GRANDE DERIVAÇÃO PARA CR 09 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 500 mm - 1,21 km
	ADUTORA ETA RIO GRANDE DERIVAÇÃO PARA CR 08 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 300 mm - 1,77 km
	ADUTORA CR09 PARA CR12 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 400 mm - 2,34 km
	ADUTORA CR12 PARA CR16 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 400 mm - 2,60 km
	ADUTORA ETA RIO GRANDE PARA CR 13 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 300 mm - 4,22 km
	ADUTORA ETA RIO GRANDE PARA CR 15 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 250 mm - 0,93 km
	ADUTORA RESERVA DO CR13 PARA CR10 FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE K7 DN 300 mm - 1,87 km
	ASSENTAMENTO DAS ADUTORAS E REPAVIMENTAÇÃO
	VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

7.2 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Tabela 7.1 – Atividade previstas referentes às captações, elevatórias de água bruta, ETAs e STR

		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS																																
	Rio Uberaba																															
	Rio Claro																															
	Rio Grande																															
CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS																																
	Poço CR06																															
	Poço CR10																															
	Poço CR11																															
	02 Poços Rasos - CR14																															
	04 Poços profundos																															
EEAB																																
	Recalque Rio Uberaba																															
	Recalque Rio Claro																															
	Baixo Recalque (Rio Grande)																															
	Alto Recalque (Rio Grande)																															
ADUTORAS ÁGUA BRUTA																																
	Adutora Rio Uberaba																															
	Adutora Rio Claro																															
	Adutora Baixo Recalque Rio Grande																															
	Adutora Alto Recalque Rio Grande																															
ETAs																																
	ETA 1																															
	ETA 2																															
	ETA 3																															
	ETA Rio Grande																															
STR																																
	STR ETA Uberaba																															
	STR ETA Rio Grande																															

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

Tabela 7.2 – Atividades previstas referentes aos reservatórios de água tratada

RESERVATÓRIOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
CR01																															
CR02 A																															
CR02 B																															
CR02 ELEVADO																															
CR03 A																															
CR03 B																															
CR03 ELEVADO																															
CR04 A																															
CR04 B																															
CR04 ELEVADO																															
CR04 APOIADO																															
CR05 A																															
CR05 B																															
CR05 CASTELO																															
CR05 APOIADO																															
CR06 A																															
CR06 B																															
CR06 ELEVADO																															
CR06 APOIADO																															
CR08 ELEVADO																															
CR08 APOIADO																															
CR09 ELEVADO																															
CR09 APOIADO																															
CR10 ELEVADO																															
CR10 APOIADO																															
CR11 ELEVADO																															
CR11 APOIADO																															
CR11 ELEVADO																															
CR11 APOIADO																															
CR12 ELEVADO																															
CR12 APOIADO																															
CR13 ELEVADO																															
CR13 APOIADO																															
CR14 ELEVADO																															
CR14 APOIADO																															
CR15 ELEVADO																															
CR15 APOIADO																															
CR16 ELEVADO																															
CR16 APOIADO																															
APOIADO ETA RIO GRANDE																															
CASTELO ETA RIO GRANDE																															

Tabela 7.3 – Atividades previstas referentes às elevatórias de água tratada

		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
EEAT																																
	EAAT-E-CR02																															
	EAAT-E-CR04																															
	EAAT-E-CR04																															
	EAAT-E-CR03-04-05																															
	EAAT-E-CR05																															
	EAAT-E-CR06																															
	EAAT-CR04-11																															
	EAAT-CR05-10																															
	EAAT-CR05-13																															
	EEAT-CR06-09																															
	EEAT-CR06-12																															
	EEAT-EN-CR13																															
	EEAT-EN-CR15																															
	EEAT-CR09-CR06																															
	EEAT-CR12-CR06																															
	EEAT-CR13-CR10																															

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

Tabela 7.4 – Atividades previstas referentes às adutoras de água tratada

		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA																																
	AAT-E-02-1																															
	AAT-E-02-2																															
	AAT-E-04-1																															
	AAT-E-04-2																															
	AAT-E-04-3																															
	AAT-E-03-05-1																															
	AAT-E-03-05-2																															
	AAT-E-03-1																															
	AAT-E-03-2																															
	AAT-E-05-1																															
	AAT-E-05-2																															
	AAT-E-06-1																															
	AAT-E-06-2																															
	AAT-02-06																															
	AAT-04-11-1																															
	AAT-04-11-2																															
	AAT-05-10-1																															
	AAT-05-10-2																															
	AAT-05-13																															
	AAT-06-08																															
	AAT-06-09																															
	AAT-06-12																															
	AAT-08-03																															
	AAT-EN-13																															
	AAT-EN-15																															
	AAT-EN-09-08																															
	AAT-EN-09																															
	AAT-EN-08																															
	AAT-09-12																															
	AAT-12-16																															
	AAT-13-10																															
	AAT-EN-CREN																															

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

7.3 ORÇAMENTO ESTIMATIVO

O orçamento estimativo foi elaborado através de consulta a fornecedores para a estimativa de itens mais relevantes, com base em custos SINAPI e com base em orçamentos recentes realizados pela projetista.

Ressalta-se que os valores são uma estimativa realizada anteriormente a elaboração de projetos e que serve como valor de referência para a tomada de decisão.

Os custos foram divididos em:

- Administração local da obra;
- Captação, elevatória adutora de água bruta 600 L/s;
- Alto recalque e adutora 600 L/s;
- Estação de tratamento de água – 600 L/s ciclo completo com tratamento de lodo;
- Reservatório de água tratada 9.300 m³;
- Elevatória de água tratada 600 L/s;
- Adutoras de água tratada;

Tabela 7.5 – Custos de administração da obra e da execução da captação e recalque de água bruta

ITEM	QUANT.	UNI.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA					R\$ 12.867.810,87	4,52%
1.1 CANTEIRO DE OBRAS CAPTAÇÃO E ALTO RECALQUE	300	m²	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00		0,16%
1.2 CANTEIRO DE OBRAS ETA E EEAT	300	m²	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00		0,16%
1.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRA				R\$ 8.548.436,33		3,00%
1.4 PROJETO EXECUTIVO				R\$ 3.419.374,53		1,20%
2 CAPTAÇÃO, ELEVATÓRIA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 600 LS					R\$ 70.020.680,00	24,57%
2.1 AQUISIÇÃO DE TERRENO	1500	m²	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00		0,13%
2.2 PAVIMENTAÇÃO ATÉ A CAPTAÇÃO	2	km	R\$ 800.000,00	R\$ 1.600.000,00		0,56%
2.3 MOVIMENTO DE TERRA	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,53%
2.4 ESTRUTURA DA CAPTAÇÃO	73,26	m²	R\$ 12.000,00	R\$ 879.120,00		0,31%
2.5 ESTRUTURA DO DESARENADOR	81,94	m²	R\$ 10.000,00	R\$ 819.400,00		0,29%
2.6 EQUIPAMENTOS (PENEIRA, REMOÇÃO DE AREIA, ETC.)	1	vb	R\$ 750.000,00	R\$ 750.000,00		0,26%
2.7 PRÉDIO DE APOIO	109,4	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00		0,12%
2.8 CONJUNTO MOTOBOMBAS (3+1R 700 CV)	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		2,09%
2.9 POÇO DE SUÇÃO	182,07	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.092.420,00		0,38%
2.10 CASA DE BOMBAS	253,12	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 759.360,00		0,27%
2.11 TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS	1	vb	R\$ 759.360,00	R\$ 759.360,00		0,27%
2.12 SUBESTAÇÃO E GERADOR	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00		0,63%
2.13 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		1,26%
2.14 ADUTORA FERRO FUNDIDO DÚCTIL PB CLASSE K9 1000mm	10800	m	R\$ 4.035,00	R\$ 43.578.000,00		15,29%
2.15 ASSENTAMENTO DA ADUTORA	10800	m	R\$ 525,00	R\$ 5.670.000,00		1,99%
2.16 INSTALAÇÃO DE VENTOSAS	3	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 60.000,00		0,02%
2.17 INSTALAÇÃO DE DESCARGAS DE FUNDO	3	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 90.000,00		0,03%
2.18 TRAVESSIA DE CÓRREGO	2	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00		0,04%
2.19 TRAVESSIA DE PONTE	1	unid.	R\$ 85.000,00	R\$ 85.000,00		0,03%
2.20 TRAVESSIA DE RODOVIA (VALA ABERTA)	1	unid.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00		0,04%
2.21 TRAVESSIA DE FERROVIA	1	unid.	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00		0,04%

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

Tabela 7.6 – Custos da execução do alto recalque e da ETA

ITEM	QUANT.	UNI.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
3 ALTO RECALQUE E ADUTORA 600 L/S					R\$ 107.113.020,00	37,59%
3.1	1500	m²	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00		0,13%
3.2	1	vb	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00		0,07%
2.7	109,4	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00		0,12%
3.3	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		2,09%
3.4	250	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,53%
3.5	235	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 705.000,00		0,25%
3.6	1	vb	R\$ 3.000.000,00	R\$ 3.000.000,00		1,05%
3.7	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00		1,26%
3.8	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,63%
3.9	19500	m	R\$ 4.035,00	R\$ 78.682.500,00		27,61%
3.10	19500	m	R\$ 525,00	R\$ 10.237.500,00		3,59%
3.11	11	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 220.000,00		0,08%
3.12	10	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 300.000,00		0,11%
3.13	1	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00		0,02%
3.14	1	unid.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00		0,04%
3.15	2	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 60.000,00		0,02%
4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - 600 L/s CICLO COMPLETO					R\$ 62.850.000,00	22,06%
4.1	18500	m²	R\$ 400,00	R\$ 7.400.000,00		2,60%
4.2	1	vb	R\$ 600.000,00	R\$ 600.000,00		0,21%
4.3	1000	m	R\$ 800,00	R\$ 800.000,00		0,28%
4.4	300	m²	R\$ 2.500,00	R\$ 750.000,00		0,26%
4.5	600	L/s	R\$ 54.000,00	R\$ 32.400.000,00		11,37%
4.6	600	L/s	R\$ 5.500,00	R\$ 3.300.000,00		1,16%
4.7	600	L/s	R\$ 21.000,00	R\$ 12.600.000,00		4,42%
4.8	1	vb	R\$ 5.000.000,00	R\$ 5.000.000,00		1,75%

Tabela 7.7 – Custos da execução de reservatório, elevatória e adutoras de água tratada

ITEM	QUANT.	UNL	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
5 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA 4500 m³					R\$ 5.375.000,00	1,89%
5.1	RESERVATÓRIOS APOIADOS (2 X 2250 m³)	4500	m³	R\$ 750,00	R\$ 3.375.000,00	1,18%
5.2	RESERVATÓRIOS ELEVADO (1 X 500 m³)	500	m³	R\$ 2.000,00	R\$ 1.000.000,00	0,35%
5.3	TUBULAÇÕES E VÁLVULAS	1	vb	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	0,35%
6 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA 600 L/S					R\$ 8.223.200,00	2,89%
6.1	POÇO DE SUCÇÃO	108,85	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 653.100,00	0,23%
6.2	CASA DE BOMBAS	356,7	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 1.070.100,00	0,38%
6.3	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00	0,63%
6.4	CONJUNTO MOTOBOMBAS (9+1R 200 CV)	10	UNID.	R\$ 200.000,00	R\$ 2.000.000,00	0,70%
6.5	SUBESTAÇÃO E GERADOR (1000 kVA)	1000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200.000,00	0,42%
6.6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00	0,53%
7 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA					R\$ 18.498.166,88	6,49%
7.1	ADUTORA CR-8/CR-9 DN 500	1830	m	R\$ 1.008,75	R\$ 1.846.012,50	0,65%
7.2	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	1830	m	R\$ 425,00	R\$ 777.750,00	0,27%
7.3	ADUTORA CR-8 DN 300	1770	m	R\$ 363,15	R\$ 642.775,50	0,23%
7.4	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	1770	m	R\$ 425,00	R\$ 752.250,00	0,26%
7.5	TRAVESSIA RODOVIA	1	unid.	R\$ 2.500.000,00	R\$ 2.500.000,00	0,88%
7.6	ADUTORA CR-09 DN 500	1210	m	R\$ 1.008,75	R\$ 1.220.587,50	0,43%
7.7	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	1210	m	R\$ 425,00	R\$ 514.250,00	0,18%
7.8	ADUTORA CR-12 DN 400	2340	m	R\$ 645,60	R\$ 1.510.704,00	0,53%
7.9	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	2340	m	R\$ 425,00	R\$ 994.500,00	0,35%
7.10	ADUTORA CR-13 DN 300	4220	m	R\$ 363,15	R\$ 1.532.493,00	0,54%
7.11	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	4220	m	R\$ 425,00	R\$ 1.793.500,00	0,63%
7.12	ADUTORA CR-15 DN 250	930	m	R\$ 252,19	R\$ 234.534,38	0,08%
7.13	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	930	m	R\$ 425,00	R\$ 395.250,00	0,14%
7.14	ADUTORA CR-16 DN 400	2600	m	R\$ 645,60	R\$ 1.678.560,00	0,59%
7.15	ASSENTAMENTO DA ADUTORA E REPAVIMENTAÇÃO	2600	m	R\$ 425,00	R\$ 1.105.000,00	0,39%
7.16	TRAVESSIA RODOVIA	1	unid.	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	0,35%
TOTAL				R\$ 284.947.877,74	R\$ 284.947.877,74	100,00%

7.4 CUSTOS OPERACIONAIS

Os custos de operação consideraram o consumo de energia, químicos e disposição do lodo das unidades de captação, recalque de água bruta, tratamento de água, e distribuição. Além dos custos de consumo foram considerados os custos com recursos humanos (operadores, responsável técnico e segurança das unidades) e com a manutenção dos equipamentos.

Tabela 7.8 – Custos de operação

	VALOR DOS EQUIPAMENTOS	MANUTENÇÃO ANUAL	MANUTENÇÃO ANUAL
CAPTAÇÃO E BAIXO RECALQUE	R\$ 6.704.820,00	2,0%	R\$ 134.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 43.578.000,00	0,5%	R\$ 217.890,00
ALTO RECALQUE	R\$ 5.954.820,00	2,0%	R\$ 119.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 78.682.500,00	0,5%	R\$ 393.412,50
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	R\$ 49.850.000,00	1,0%	R\$ 498.500,00
ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 2.000.000,00	2,0%	R\$ 40.000,00
ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 4.463.315,25	0,5%	R\$ 22.316,58
TOTAL ANUAL			R\$ 1.425.311,88

OPERAÇÃO ETA E CAPTAÇÃO	QUANTIDADE	VALOR	VALOR ANUAL
EQUIPE DE OPERADORES	24,00	R\$ 72.000,00	R\$ 1.728.000,00
RESPONSÁVEL TÉCNICO	1,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
PORTARIA E SEGURANÇA	8,00	R\$ 6.000,00	R\$ 48.000,00
TOTAL ANUAL			R\$ 1.896.000,00

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, QUÍMICOS E DISPOSIÇÃO DE LODO (POR m³ TRATADO)	kWh/m³	R\$/m³
CAPTAÇÃO E ALTO RECALQUE	1,07	R\$ 0,67
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	0,10	R\$ 0,06
CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS	-	R\$ 0,05
DISPOSIÇÃO DE LODO	-	R\$ 0,15
DISTRIBUIÇÃO	0,25	R\$ 0,16
TOTAL POR m³		R\$ 1,09

Ano	Pop. Residente e Atendida	Q captação (média)	Q captação média (sistema Uberaba)	Q captação média (novo sistema)	Volume anual novo sistema	Custo de Consumo Anual Novo sistema
	(hab)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m³)	R\$ 1,0946 /m3
2023	338183	1275	1275	0	-	R\$ -
2024	342248	1276	1276	0	-	R\$ -
2025	346313	1277	1277	0	-	R\$ -
2026	350378	1278	1278	0	-	R\$ -
2027	354443	1278	1000	278	8.777.132,39	R\$ 9.607.449,12
2028	358508	1279	1000	279	8.799.448,49	R\$ 9.631.876,32
2029	362945	1281	1000	281	8.862.684,37	R\$ 9.701.094,31
2030	366638	1280	1000	280	8.842.666,29	R\$ 9.679.182,52
2031	370703	1281	1000	281	8.863.597,55	R\$ 9.702.093,88
2032	374768	1282	1000	282	8.884.095,76	R\$ 9.724.531,22
2033	378833	1282	1000	282	8.904.174,21	R\$ 9.746.509,09
2034	382898	1283	1000	283	8.923.845,66	R\$ 9.768.041,46
2035	386963	1265	1000	265	8.364.849,19	R\$ 9.156.163,92
2036	391028	1279	1000	279	8.784.002,83	R\$ 9.614.969,50
2037	395093	1292	1000	292	9.203.156,48	R\$ 10.073.775,08
2038	399158	1305	1000	305	9.622.310,12	R\$ 10.532.580,66
2039	403223	1318	1000	318	10.041.463,77	R\$ 10.991.386,24
2040	407288	1332	1000	332	10.460.617,41	R\$ 11.450.191,82
2041	411353	1345	1000	345	10.879.771,06	R\$ 11.908.997,40
2042	415418	1358	1000	358	11.298.924,70	R\$ 12.367.802,98
2043	419483	1372	1000	372	11.718.078,35	R\$ 12.826.608,56
2044	423548	1385	1000	385	12.137.231,99	R\$ 13.285.414,14
2045	427613	1398	1000	398	12.556.385,64	R\$ 13.744.219,72
2046	431678	1411	1000	411	12.975.539,28	R\$ 14.203.025,30
2047	435743	1425	1000	425	13.394.692,93	R\$ 14.661.830,88
2048	439808	1438	1000	438	13.813.846,57	R\$ 15.120.636,46
2049	443873	1451	1000	451	14.233.000,22	R\$ 15.579.442,04
2050	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62
2051	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62
2052	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62

Ano	Custo de Consumo Anual Novo sistema		Custo de Manutenção		Custo de Operação		Total	Total VLP (Taxa de 12% a.a.)	
	R\$ 1,0946 /m3		R\$ 1.896.000,00		R\$ 1.425.311,88				
2023	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	-
2024	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	-
2025	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	-
2026	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	-
2027	R\$	9.607.449,12	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	12.928.760,99	R\$ 8.216.461,34
2028	R\$	9.631.876,32	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	12.953.188,20	R\$ 7.349.986,85
2029	R\$	9.701.094,31	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.022.406,19	R\$ 6.597.556,25
2030	R\$	9.679.182,52	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.000.494,39	R\$ 5.880.763,44
2031	R\$	9.702.093,88	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.023.405,76	R\$ 5.259.935,16
2032	R\$	9.724.531,22	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.045.843,09	R\$ 4.704.461,80
2033	R\$	9.746.509,09	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.067.820,96	R\$ 4.207.488,61
2034	R\$	9.768.041,46	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.089.353,33	R\$ 3.762.876,30
2035	R\$	9.156.163,92	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	12.477.475,80	R\$ 3.202.657,26
2036	R\$	9.614.969,50	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	12.936.281,38	R\$ 2.964.661,81
2037	R\$	10.073.775,08	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.395.086,96	R\$ 2.740.900,18
2038	R\$	10.532.580,66	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	13.853.892,54	R\$ 2.531.054,37
2039	R\$	10.991.386,24	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	14.312.698,12	R\$ 2.334.711,10
2040	R\$	11.450.191,82	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	14.771.503,70	R\$ 2.151.385,92
2041	R\$	11.908.997,40	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	15.230.309,28	R\$ 1.980.543,18
2042	R\$	12.367.802,98	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	15.689.114,86	R\$ 1.821.612,56
2043	R\$	12.826.608,56	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	16.147.920,44	R\$ 1.674.002,67
2044	R\$	13.285.414,14	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	16.606.726,02	R\$ 1.537.112,11
2045	R\$	13.744.219,72	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	17.065.531,60	R\$ 1.410.338,37
2046	R\$	14.203.025,30	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	17.524.337,18	R\$ 1.293.085,02
2047	R\$	14.661.830,88	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	17.983.142,76	R\$ 1.184.767,27
2048	R\$	15.120.636,46	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	18.441.948,34	R\$ 1.084.816,38
2049	R\$	15.579.442,04	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	18.900.753,92	R\$ 992.682,89
2050	R\$	16.038.247,62	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	19.359.559,50	R\$ 907.839,05
2051	R\$	16.038.247,62	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	19.359.559,50	R\$ 810.570,58
2052	R\$	16.038.247,62	R\$	1.896.000,00	R\$	1.425.311,88	R\$	19.359.559,50	R\$ 723.723,73

7.5 ETAPAS DE INVESTIMENTO

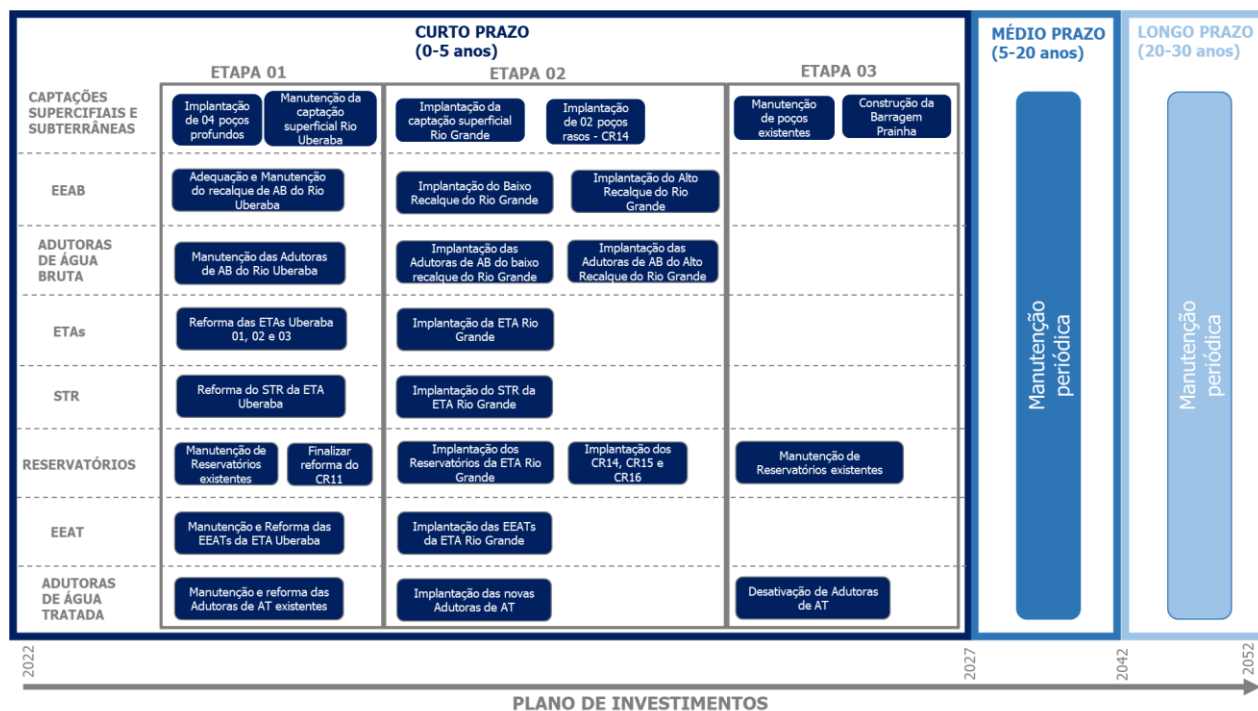
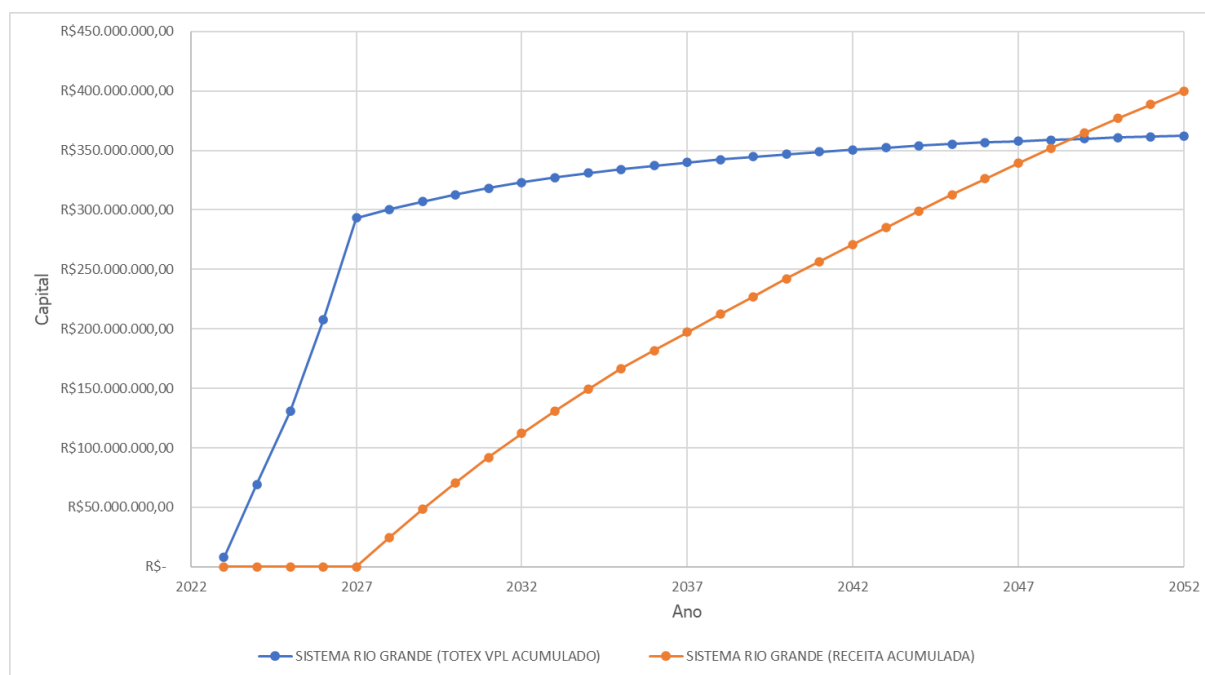


Tabela 7.9 – Previsão de desembolso

2022	2023	2024	2025	2026	2027
R\$ -	R\$ 7.724.681,46	R\$ 61.424.670,18	R\$ 61.424.670,18	R\$ 77.187.098,92	R\$ 77.187.098,92

7.6 RETORNO FINANCEIRO DO INVESTIMENTO

Ano	SISTEMA RIO GRANDE (TOTEX VPL ACUMULADO)		SISTEMA RIO GRANDE (RECEITA ACUMULADA)	
CAPEX	R\$	284.947.877,74	R\$	-
2023	R\$	7.724.681,46	R\$	-
2024	R\$	69.149.351,64	R\$	-
2025	R\$	130.574.021,82	R\$	-
2026	R\$	207.761.120,74	R\$	-
2027	R\$	293.164.681,00	R\$	24.749.923,51
2028	R\$	300.514.667,85	R\$	48.257.884,27
2029	R\$	307.112.224,10	R\$	70.689.630,26
2030	R\$	312.992.987,54	R\$	91.893.704,83
2031	R\$	318.252.922,69	R\$	112.030.224,38
2032	R\$	322.957.384,50	R\$	131.151.898,05
2033	R\$	327.164.873,11	R\$	149.308.919,69
2034	R\$	330.927.749,41	R\$	166.549.080,21
2035	R\$	334.130.406,67	R\$	181.859.449,36
2036	R\$	337.095.068,48	R\$	197.091.497,57
2037	R\$	339.835.968,66	R\$	212.211.119,68
2038	R\$	342.367.023,03	R\$	227.188.014,24
2039	R\$	344.701.734,13	R\$	241.995.377,80
2040	R\$	346.853.120,05	R\$	256.609.620,81
2041	R\$	348.833.663,23	R\$	271.010.103,67
2042	R\$	350.655.275,79	R\$	285.178.891,73
2043	R\$	352.329.278,46	R\$	299.100.527,88
2044	R\$	353.866.390,57	R\$	312.761.821,54
2045	R\$	355.276.728,95	R\$	326.151.653,01
2046	R\$	356.569.813,96	R\$	339.260.792,18
2047	R\$	357.754.581,23	R\$	352.081.730,50
2048	R\$	358.839.397,61	R\$	364.608.525,47
2049	R\$	359.832.080,51	R\$	376.836.656,64
2050	R\$	360.739.919,56	R\$	388.762.892,54
2051	R\$	361.550.490,14	R\$	400.061.936,21
2052	R\$	362.274.213,87	R\$	410.766.771,24



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Relatório 5 apresentou as principais atividades previstas para a implantação da solução de adequação do SAA Uberaba pelos próximos 30 anos.

Ressalta-se que devido ao déficit hídrico e ao porte das estruturas necessárias para adequação de curto prazo, a maior parte do desembolso financeiro e das atividades de projeto e obras se concentram nos próximos 5 anos de operação do sistema. A obra de maior importância para a segurança hídrica de Uberaba e a garantia do abastecimento de forma contínua com qualidade adequada é a implantação do Sistema Rio Grande. A partir da implantação e interligação do novo sistema no SAA Uberaba será possível operar o sistema com mais folga, permitindo a realização de manutenções preventivas e corretivas sem prejudicar o abastecimento.

Recomenda-se que a solicitação de outorga de captação no Rio Grande seja feita de **imediato para a vazão final de captação (900 L/s)**, deixando garantido o direito de captar a vazão de final de plano. Apesar de não estar prevista a captação, tratamento e distribuição de 900 L/s do Rio Grande em primeira etapa, a reserva do direito de captação (outorga do uso da água) diminui o risco de não consentimento futuro do direito de captação da vazão de final de plano. Caso a outorga de captação para a vazão final de plano do Rio Grande não seja conseguida, o sistema de abastecimento

de água de Uberaba pode ficar em regime de insegurança hídrica, considerando as previsões de crescimento de demanda e de disponibilidade hídrica das fontes de captação atuais.

9 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Adriano Gasparini Vidal

Engenheiro Ambiental
Mestre em Hidráulica e
Saneamento
CREA 5063737290 /SP
Sócio Diretor
PROJETAE Ltda.
(61) 99882-1102
adriano@projetae.com

Henrique Rossi Altero

Engenheiro Ambiental
Mestre em Hidráulica e
Saneamento
CREA 5069169110 /SP
Sócio Diretor
PROJETAE Ltda.
(16) 99731-3007
henrique@projetae.com

Paulo Eduardo Nogueira Voltan

Engenheiro Civil
Doutor em Hidráulica e
Saneamento
CREA 5062066120 /SP
Sócio Diretor
PROJETAE Ltda.
(16) 99245-1119
paulo@projetae.com